

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Applicant: Hisao FURUKAWA  
Title: STEREO IMAGE PROCESSING  
APPARATUS AND METHOD OF  
PROCESSING STEREO IMAGE  
Appl. No.: Unassigned  
Filing Date: November 8, 2001  
Examiner: Unassigned  
Art Unit: Unassigned



**CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY**

Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign application:

- Japanese Patent Application No. 2000-355126  
filed November 22, 2000.

Respectfully submitted,

Date: November 8, 2001

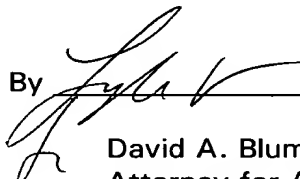
FOLEY & LARDNER  
Customer Number: 22428



22428

PATENT TRADEMARK OFFICE

Telephone: (202) 672-5407  
Facsimile: (202) 672-5399

By  LYLE KIMMS  
REG. NO. 34079  
David A. Blumenthal  
Attorney for Applicant  
Registration No. 26,257

**Best Available Copy**

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

Jc903 U.S. PTO  
09/986358  
11/08/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日  
Date of Application:

2000年11月22日

出願番号  
Application Number:

特願2000-355126

出願人  
Applicant(s):

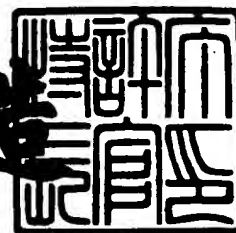
日本電気株式会社

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2001年 8月31日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



【書類名】 特許願

【整理番号】 35001042

【提出日】 平成12年11月22日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G06T 7/00

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

    【氏名】 古川 久雄

【特許出願人】

    【識別番号】 000004237

    【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100088812

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 ▲柳▼川 信

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 030982

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 9001833

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ステレオ画像処理装置及びステレオ画像処理方法並びにステレオ画像処理用プログラムを記録した記録媒体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 飛翔体から得られる画像データに対してステレオマッチング処理を行って 3 次元データを生成するステレオ画像処理装置であって、少なくとも建造物の外形情報を含む地図データから得られる前記外形情報を用いて前記 3 次元データ中の少なくとも雑音や欠損を含む誤った補正対象データを補正するデータ補正手段を有することを特徴とするステレオ画像処理装置。

【請求項 2】 前記 3 次元データと前記地図データとを重ね合わせる位置合わせ手段と、前記位置合わせ手段で重ね合わされた地図データ中の各建造物毎にその外形形状に含まれる領域内に含まれる 3 次元データをそれぞれの建造物の候補領域として設定する領域設定手段と、前記領域設定手段によって設定された各領域においてその領域内に含まれる 3 次元データからの統計情報を得る領域内ヒストグラム解析手段と、前記領域内ヒストグラム解析手段によって得られた各領域内の統計情報に基づいてその領域内に含まれる 3 次元データを修正するデータ修正手段とを前記データ補正手段に含むことを特徴とする請求項 1 記載のステレオ画像処理装置。

【請求項 3】 前記画像データを蓄積する画像蓄積手段を含むことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載のステレオ画像処理装置。

【請求項 4】 前記地図データを蓄積する地図データ蓄積手段を含むことを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか記載のステレオ画像処理装置。

【請求項 5】 前記データ補正手段から出力される修正 3 次元データを記憶するデータ蓄積手段と、前記データ蓄積手段に記憶された 3 次元データと前記データ補正手段から出力される修正 3 次元データとを比較するデータ比較手段と、前記データ比較手段から得られる差分情報を基に前記地図データ蓄積手段に記憶されている地図データを修正する地図データ修正手段とを含むことを特徴とする請求項 4 記載のステレオ画像処理装置。



【請求項 6】 前記飛翔体が人工衛星であり、前記画像データが前記人工衛星から得られる衛星画像データであることを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれか記載のステレオ画像処理装置。

【請求項 7】 前記飛翔体が航空機であり、前記画像データが前記航空機から得られる航空画像データであることを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれか記載のステレオ画像処理装置。

【請求項 8】 飛翔体から得られる画像データに対してステレオマッチング処理を行って 3 次元データを生成するステレオ画像処理装置であって、少なくとも建造物の外形情報を含む地図データから少なくとも道路・線路・河川・海洋の地図上の土地利用の領域情報を抽出する領域情報抽出手段と、前記領域情報抽出手段からの領域情報を用いて前記 3 次元データ中の少なくとも雑音や欠損を含む誤った補正対象データを補正するデータ補正手段とを有することを特徴とするステレオ画像処理装置。

【請求項 9】 前記 3 次元データと前記領域情報抽出手段からの領域情報とを重ね合わせる位置合わせ手段と、前記位置合わせ手段で重ね合わされた地図データ中の各建造物毎にその外形形状に含まれる領域内に含まれる 3 次元データをそれぞれの建造物の候補領域として設定しかつ前記地図データ上の領域情報に応じて 3 次元データを領域分割する領域分割手段と、前記領域分割手段によって設定された各領域においてその領域内に含まれる 3 次元データの統計情報を得る領域内ヒストグラム解析手段と、前記地図データ上の各土地利用の領域情報に応じた 3 次元データの修正条件を設定する修正条件設定手段と、前記領域内ヒストグラム解析手段で得られた各領域内の統計情報と前記修正条件設定手段で設定された修正条件とに基づいてその領域内に含まれる 3 次元データを修正するデータ修正手段とを前記データ補正手段に含むことを特徴とする請求項 8 記載のステレオ画像処理装置。

【請求項 1 0】 前記画像データを蓄積する画像蓄積手段を含むことを特徴とする請求項 8 または請求項 9 記載のステレオ画像処理装置。

【請求項 1 1】 前記地図データを蓄積する地図データ蓄積手段を含むことを特徴とする請求項 8 から請求項 1 0 のいずれか記載のステレオ画像処理装置。

【請求項 1 2】 前記データ補正手段から出力される修正 3 次元データを記憶するデータ蓄積手段と、前記データ蓄積手段に記憶された 3 次元データと前記データ補正手段から出力される修正 3 次元データとを比較するデータ比較手段と、前記データ比較手段から得られる差分情報を基に前記地図データ蓄積手段に記憶されている地図データを修正する地図データ修正手段とを含むことを特徴とする請求項 1 1 記載のステレオ画像処理装置。

【請求項 1 3】 前記飛翔体が人工衛星であり、前記画像データが前記人工衛星から得られる衛星画像データであることを特徴とする請求項 8 から請求項 1 2 のいずれか記載のステレオ画像処理装置。

【請求項 1 4】 前記飛翔体が航空機であり、前記画像データが前記航空機から得られる航空画像データであることを特徴とする請求項 8 から請求項 1 2 のいずれか記載のステレオ画像処理装置。

【請求項 1 5】 飛翔体から得られる画像データに対してステレオマッチング処理を行って 3 次元データを生成するステレオ画像処理装置であって、前記画像データを解析して建造物の外形情報を抽出する建造物外形情報検出手段と、前記建造物外形情報検出手段から得られる建造物の外形情報を用いて前記 3 次元データ中の少なくとも雑音や欠損を含む誤った補正対象データを補正するデータ補正手段とを有することを特徴とするステレオ画像処理装置。

【請求項 1 6】 前記 3 次元データと前記建造物外形情報検出手段から得られる建造物の外形情報とを重ね合わせる位置合わせ手段と、前記位置合わせ手段で重ね合わされた地図データ中の各建造物毎にその外形形状に含まれる領域内に含まれる 3 次元データをそれぞれの建造物の候補領域として設定する領域設定手段と、前記領域設定手段によって設定された各領域においてその領域内に含まれる 3 次元データからの統計情報を得る領域内ヒストグラム解析手段と、前記領域内ヒストグラム解析手段によって得られた各領域内の統計情報に基づいてその領域内に含まれる 3 次元データを修正するデータ修正手段とを前記データ補正手段に含むことを特徴とする請求項 1 5 記載のステレオ画像処理装置。

【請求項 1 7】 前記画像データを蓄積する画像蓄積手段を含むことを特徴とする請求項 1 5 または請求項 1 6 記載のステレオ画像処理装置。

【請求項 1 8】 前記飛翔体が人工衛星であり、前記画像データが前記人工衛星から得られる衛星画像データであることを特徴とする請求項 1 5 から請求項 1 7 のいずれか記載のステレオ画像処理装置。

【請求項 1 9】 前記飛翔体が航空機であり、前記画像データが前記航空機から得られる航空画像データであることを特徴とする請求項 1 5 から請求項 1 7 のいずれか記載のステレオ画像処理装置。

【請求項 2 0】 飛翔体から得られる画像データに対してステレオマッチング処理を行って 3 次元データを生成するステレオ画像処理装置であって、前記画像データを解析して建造物の外形情報を抽出する建造物外形情報検出手段と、少なくとも建造物の外形情報を含む地図データから得た外形情報と前記建造物外形情報検出手段で抽出された外形情報とを比較して統合する建造物外形情報比較統合手段と、前記建造物外形情報比較統合手段からの統合情報を用いて前記 3 次元データ中の少なくとも雑音や欠損を含む誤った補正対象データを補正するデータ補正手段とを有することを特徴とするステレオ画像処理装置。

【請求項 2 1】 前記 3 次元データと前記建造物外形情報比較統合手段からの統合情報とを重ね合わせる位置合わせ手段と、前記位置合わせ手段で重ね合わされた地図データ中の各建造物毎にその外形形状に含まれる領域内に含まれる 3 次元データをそれぞれの建造物の候補領域として設定する領域設定手段と、前記領域設定手段によって設定された各領域においてその領域内に含まれる 3 次元データからの統計情報を得る領域内ヒストグラム解析手段と、前記領域内ヒストグラム解析手段によって得られた各領域内の統計情報に基づいてその領域内に含まれる 3 次元データを修正するデータ修正手段とを前記データ補正手段に含むことを特徴とする請求項 2 0 記載のステレオ画像処理装置。

【請求項 2 2】 前記画像データを蓄積する画像蓄積手段を含むことを特徴とする請求項 2 0 または請求項 2 1 記載のステレオ画像処理装置。

【請求項 2 3】 前記地図データを蓄積する地図データ蓄積手段を含むことを特徴とする請求項 2 0 から請求項 2 2 のいずれか記載のステレオ画像処理装置。

【請求項 2 4】 前記データ補正手段から出力される修正 3 次元データを記

憶するデータ蓄積手段と、前記データ蓄積手段に記憶された３次元データと前記データ補正手段から出力される修正３次元データとを比較するデータ比較手段と、前記データ比較手段から得られる差分情報を基に前記地図データ蓄積手段に記憶されている地図データを修正する地図データ修正手段とを含むことを特徴とする請求項２３記載のステレオ画像処理装置。

【請求項２５】 前記飛翔体が人工衛星であり、前記画像データが前記人工衛星から得られる衛星画像データであることを特徴とする請求項２０から請求項２４のいずれか記載のステレオ画像処理装置。

【請求項２６】 前記飛翔体が航空機であり、前記画像データが前記航空機から得られる航空画像データであることを特徴とする請求項２０から請求項２４のいずれか記載のステレオ画像処理装置。

【請求項２７】 飛翔体から得られる画像データに対してステレオマッチング処理を行って３次元データを生成するステレオ画像処理装置であって、少なくとも建造物の外形情報を含む地図データから少なくとも道路・線路・河川・海洋の地図上の土地利用の領域情報を抽出する領域情報抽出手段と、前記画像データを解析して建造物の外形情報を抽出する建造物外形情報検出手段と、前記地図データから得た建造物の外形情報と前記建造物外形情報検出手段で抽出された建造物の外形情報とを比較して統合する建造物外形情報比較統合手段と、前記建造物外形情報比較統合手段からの統合情報を用いて前記３次元データ中の少なくとも雑音や欠損を含む誤った補正対象データを補正するデータ補正手段とを有することを特徴とするステレオ画像処理装置。

【請求項２８】 前記３次元データと前記建造物外形情報比較統合手段からの統合情報及び前記領域情報抽出手段からの領域情報とを重ね合わせる位置合わせ手段と、前記位置合わせ手段で重ね合わされた地図データ中の各建造物毎にその外形形状に含まれる領域内に含まれる３次元データをそれぞれの建造物の候補領域として設定しかつ前記地図データ上の領域情報に応じて３次元データを領域分割する領域分割手段と、前記領域分割手段によって設定された各領域においてその領域内に含まれる３次元データの統計情報を得る領域内ヒストグラム解析手段と、前記地図データ上の各土地利用の領域情報に応じた３次元データの修正条

件を設定する修正条件設定手段と、前記領域内ヒストグラム解析手段で得られた各領域内の統計情報と前記修正条件設定手段で設定された修正条件とに基づいてその領域内に含まれる 3 次元データを修正するデータ修正手段とを前記データ補正手段に含むことを特徴とする請求項 2 7 記載のステレオ画像処理装置。

【請求項 2 9】 前記画像データを蓄積する画像蓄積手段を含むことを特徴とする請求項 2 7 または請求項 2 8 記載のステレオ画像処理装置。

【請求項 3 0】 前記地図データを蓄積する地図データ蓄積手段を含むことを特徴とする請求項 2 7 から請求項 2 9 のいずれか記載のステレオ画像処理装置。

【請求項 3 1】 前記データ補正手段から出力される修正 3 次元データを記憶するデータ蓄積手段と、前記データ蓄積手段に記憶された 3 次元データと前記データ補正手段から出力される修正 3 次元データとを比較するデータ比較手段と、前記データ比較手段から得られる差分情報を基に前記地図データ蓄積手段に記憶されている地図データを修正する地図データ修正手段とを含むことを特徴とする請求項 3 0 記載のステレオ画像処理装置。

【請求項 3 2】 前記飛翔体が人工衛星であり、前記画像データが前記人工衛星から得られる衛星画像データであることを特徴とする請求項 2 7 から請求項 3 1 のいずれか記載のステレオ画像処理装置。

【請求項 3 3】 前記飛翔体が航空機であり、前記画像データが前記航空機から得られる航空画像データであることを特徴とする請求項 2 7 から請求項 3 1 のいずれか記載のステレオ画像処理装置。

【請求項 3 4】 飛翔体から得られる画像データに対してステレオマッチング処理を行って 3 次元データを生成するステレオ画像処理方法であって、少なくとも建造物の外形情報を含む地図データから得られる外形情報を用いて前記 3 次元データ中の少なくとも雑音や欠損を含む誤った補正対象データを補正するステップを有することを特徴とするステレオ画像処理方法。

【請求項 3 5】 前記 3 次元データと前記地図データとを重ね合わせるステップと、その重ね合わされた地図データ中の各建造物毎にその外形形状に含まれる領域内に含まれる 3 次元データをそれぞれの建造物の候補領域として設定する

ステップと、この設定された各領域においてその領域内に含まれる 3 次元データからの統計情報を得るステップと、前記各領域内の統計情報に基づいてその領域内に含まれる 3 次元データを修正するステップとを前記補正対象データを補正するステップに含むことを特徴とする請求項 3 4 記載のステレオ画像処理方法。

【請求項 3 6】 前記画像データは、その画像データを蓄積する画像蓄積手段から得るようにしたことを特徴とする請求項 3 4 または請求項 3 5 記載のステレオ画像処理方法。

【請求項 3 7】 前記地図データは、その地図データを蓄積する地図データ蓄積手段から得るようにしたことを特徴とする請求項 3 4 から請求項 3 6 のいずれか記載のステレオ画像処理方法。

【請求項 3 8】 前記補正対象データを補正するステップから出力される修正 3 次元データを記憶するデータ蓄積手段に記憶された 3 次元データと前記補正対象データを補正するステップで補正された修正 3 次元データとを比較するステップと、この比較から得られる差分情報を基に前記地図データ蓄積手段に記憶されている地図データを修正するステップとを含むことを特徴とする請求項 3 7 記載のステレオ画像処理方法。

【請求項 3 9】 前記飛行体が人工衛星であり、前記画像データが前記人工衛星から得られる衛星画像データであることを特徴とする請求項 3 4 から請求項 3 8 のいずれか記載のステレオ画像処理方法。

【請求項 4 0】 前記飛行体が航空機であり、前記画像データが前記航空機から得られる航空画像データであることを特徴とする請求項 3 4 から請求項 3 8 のいずれか記載のステレオ画像処理方法。

【請求項 4 1】 飛行体から得られる画像データに対してステレオマッチング処理を行って 3 次元データを生成するステレオ画像処理方法であって、少なくとも建造物の外形情報を含む地図データから少なくとも道路・線路・河川・海洋の地図上の土地利用の領域情報を抽出するステップと、その抽出した領域情報を用いて前記 3 次元データ中の少なくとも雑音や欠損を含む誤った補正対象データを補正するステップとを有することを特徴とするステレオ画像処理方法。

【請求項 4 2】 前記 3 次元データと前記領域情報とを重ね合わせるステッ

プと、その重ね合わされた地図データ中の各建造物毎にその外形形状に含まれる領域内に含まれる 3 次元データをそれぞれの建造物の候補領域として設定しかつ前記地図データ上の領域情報に応じて 3 次元データを領域分割するステップと、この設定された各領域においてその領域内に含まれる 3 次元データの統計情報を得るステップと、前記地図データ上の各土地利用の領域情報に応じた 3 次元データの修正条件を設定するステップと、前記各領域内の統計情報と前記修正条件とに基づいてその領域内に含まれる 3 次元データを修正するステップとを前記補正対象データを補正するステップに含むことを特徴とする請求項 4 1 記載のステレオ画像処理方法。

【請求項 4 3】 前記画像データは、その画像データを蓄積する画像蓄積手段から得るようにしたことを特徴とする請求項 4 1 または請求項 4 2 記載のステレオ画像処理方法。

【請求項 4 4】 前記地図データは、その地図データを蓄積する地図データ蓄積手段から得るようにしたことを特徴とする請求項 4 1 から請求項 4 3 のいずれか記載のステレオ画像処理方法。

【請求項 4 5】 前記補正対象データを補正するステップで補正された修正 3 次元データを記憶するデータ蓄積手段に記憶された 3 次元データと前記補正対象データを補正するステップで補正された修正 3 次元データとを比較するステップと、その比較で得られる差分情報を基に前記地図データ蓄積手段に記憶されている地図データを修正するステップとを含むことを特徴とする請求項 4 4 記載のステレオ画像処理方法。

【請求項 4 6】 前記飛翔体が人工衛星であり、前記画像データが前記人工衛星から得られる衛星画像データであることを特徴とする請求項 4 1 から請求項 4 5 のいずれか記載のステレオ画像処理方法。

【請求項 4 7】 前記飛翔体が航空機であり、前記画像データが前記航空機から得られる航空画像データであることを特徴とする請求項 4 1 から請求項 4 5 のいずれか記載のステレオ画像処理方法。

【請求項 4 8】 飛翔体から得られる画像データに対してステレオマッチング処理を行って 3 次元データを生成するステレオ画像処理方法であって、前記画

像データを解析して建造物の外形情報を抽出するステップと、その抽出した建造物の外形情報を用いて前記 3 次元データ中の少なくとも雑音や欠損を含む誤った補正対象データを補正するステップとを有することを特徴とするステレオ画像処理方法。

【請求項 4 9】 前記 3 次元データと前記建造物の外形情報とを重ね合わせるステップと、その重ね合わされた地図データ中の各建造物毎にその外形形状に含まれる領域内に含まれる 3 次元データをそれぞれの建造物の候補領域として設定するステップと、この設定された各領域においてその領域内に含まれる 3 次元データからの統計情報を得るステップと、前記各領域内の統計情報に基づいてその領域内に含まれる 3 次元データを修正するステップとを前記補正対象データを補正するステップに含むことを特徴とする請求項 4 8 記載のステレオ画像処理方法。

【請求項 5 0】 前記画像データは、その画像データを蓄積する画像蓄積手段から得るようにしたことを特徴とする請求項 4 8 または請求項 4 9 記載のステレオ画像処理方法。

【請求項 5 1】 前記飛翔体が人工衛星であり、前記画像データが前記人工衛星から得られる衛星画像データであることを特徴とする請求項 4 8 から請求項 5 0 のいずれか記載のステレオ画像処理方法。

【請求項 5 2】 前記飛翔体が航空機であり、前記画像データが前記航空機から得られる航空画像データであることを特徴とする請求項 4 8 から請求項 5 0 のいずれか記載のステレオ画像処理方法。

【請求項 5 3】 飛翔体から得られる画像データに対してステレオマッチング処理を行って 3 次元データを生成するステレオ画像処理方法であって、前記画像データを解析して建造物の外形情報を抽出するステップと、その抽出した建造物の外形情報と少なくとも建造物の外形情報を含む地図データから得た建造物の外形情報とを比較して統合するステップと、この統合された情報を用いて前記 3 次元データ中の少なくとも雑音や欠損を含む誤った補正対象データを補正するステップとを有することを特徴とするステレオ画像処理方法。

【請求項 5 4】 前記 3 次元データと前記統合された情報とを重ね合わせる



ステップと、その重ね合わされた地図データ中の各建造物毎にその外形形状に含まれる領域内に含まれる 3 次元データをそれぞれの建造物の候補領域として設定するステップと、この設定された各領域においてその領域内に含まれる 3 次元データからの統計情報を得るステップと、前記各領域内の統計情報に基づいてその領域内に含まれる 3 次元データを修正するステップとを前記補正対象データを補正するステップに含むことを特徴とする請求項 5 3 記載のステレオ画像処理方法。

【請求項 5 5】 前記画像データは、その画像データを蓄積する画像蓄積手段から得るようにしたことを特徴とする請求項 5 3 または請求項 5 4 記載のステレオ画像処理方法。

【請求項 5 6】 前記地図データは、その地図データを蓄積する地図データ蓄積手段から得るようにしたことを特徴とする請求項 5 3 から請求項 5 5 のいずれか記載のステレオ画像処理方法。

【請求項 5 7】 前記補正対象データを補正するステップで補正された修正 3 次元データを記憶するデータ蓄積手段に記憶された 3 次元データと前記補正対象データを補正するステップで補正された修正 3 次元データとを比較するステップと、その比較から得られる差分情報を基に前記地図データ蓄積手段に記憶されている地図データを修正するステップとを含むことを特徴とする請求項 5 6 記載のステレオ画像処理方法。

【請求項 5 8】 前記飛翔体が人工衛星であり、前記画像データが前記人工衛星から得られる衛星画像データであることを特徴とする請求項 5 3 から請求項 5 7 のいずれか記載のステレオ画像処理方法。

【請求項 5 9】 前記飛翔体が航空機であり、前記画像データが前記航空機から得られる航空画像データであることを特徴とする請求項 5 3 から請求項 5 7 のいずれか記載のステレオ画像処理方法。

【請求項 6 0】 飛翔体から得られる画像データに対してステレオマッチング処理を行って 3 次元データを生成するステレオ画像処理方法であって、少なくとも建造物の外形情報を含む地図データから少なくとも道路・線路・河川・海洋の地図上の土地利用の領域情報を抽出するステップと、前記画像データを解析し

て建造物の外形情報を抽出するステップと、前記地図データから得た建造物の外形情報と前記建造物の外形情報を抽出するステップで抽出された建造物の外形情報とを比較して統合するステップと、その統合された情報を用いて前記 3 次元データ中の少なくとも雑音や欠損を含む誤った補正対象データを補正するステップとを有することを特徴とするステレオ画像処理方法。

【請求項 6 1】 前記 3 次元データと前記統合された情報及び前記領域情報とを重ね合わせるステップと、その重ね合わされた地図データ中の各建造物毎にその外形形状に含まれる領域内に含まれる 3 次元データをそれぞれの建造物の候補領域として設定しかつ前記地図データ上の領域情報に応じて 3 次元データを領域分割するステップと、この設定された各領域においてその領域内に含まれる 3 次元データの統計情報を得るステップと、前記地図データ上の各土地利用の領域情報に応じた 3 次元データの修正条件を設定するステップと、前記各領域内の統計情報と前記修正条件とに基づいてその領域内に含まれる 3 次元データを修正するステップとを前記補正対象データを補正するステップに含むことを特徴とする請求項 6 0 記載のステレオ画像処理方法。

【請求項 6 2】 前記画像データは、その画像データを蓄積する画像蓄積手段から得るようにしたことを特徴とする請求項 6 0 または請求項 6 1 記載のステレオ画像処理方法。

【請求項 6 3】 前記地図データは、その地図データを蓄積する地図データ蓄積手段から得るようにしたことを特徴とする請求項 6 0 から請求項 6 2 のいずれか記載のステレオ画像処理方法。

【請求項 6 4】 前記補正対象データを補正するステップで補正された修正 3 次元データを記憶するデータ蓄積手段に記憶された 3 次元データと前記補正対象データを補正するステップで補正された修正 3 次元データとを比較するステップと、その比較で得られる差分情報を基に前記地図データ蓄積手段に記憶されている地図データを修正するステップとを含むことを特徴とする請求項 6 3 記載のステレオ画像処理方法。

【請求項 6 5】 前記飛行体が人工衛星であり、前記画像データが前記人工衛星から得られる衛星画像データであることを特徴とする請求項 6 0 から請求項

6 4 のいずれか記載のステレオ画像処理方法。

【請求項 6 6】 前記飛翔体が航空機であり、前記画像データが前記航空機から得られる航空画像データであることを特徴とする請求項 6 0 から請求項 6 4 のいずれか記載のステレオ画像処理方法。

【請求項 6 7】 飛翔体から得られる画像データに対してステレオマッチング処理を行って 3 次元データを生成するステレオ画像処理をコンピュータに行わせるためのステレオ画像処理用プログラムを記録した記録媒体であって、前記ステレオ画像処理用プログラムは前記コンピュータに、その 3 次元データ中の少なくとも雑音や欠損を含む誤った補正対象データを少なくとも建造物の外形情報を含む地図データから得られる少なくとも建造物の外形データを用いて補正させることを特徴とするステレオ画像処理用プログラムを記録した記録媒体。

【請求項 6 8】 飛翔体から得られる画像データに対してステレオマッチング処理を行って 3 次元データを生成するステレオ画像処理をコンピュータに行わせるためのステレオ画像処理用プログラムを記録した記録媒体であって、前記ステレオ画像処理用プログラムは前記コンピュータに、少なくとも建造物の外形情報を含む地図データから少なくとも道路・線路・河川・海洋の地図上の土地利用の領域情報を抽出させ、その抽出させた領域情報を用いて前記 3 次元データ中の少なくとも雑音や欠損を含む誤った補正対象データを補正させることを特徴とするステレオ画像処理用プログラムを記録した記録媒体。

【請求項 6 9】 飛翔体から得られる画像データに対してステレオマッチング処理を行って 3 次元データを生成するステレオ画像処理をコンピュータに行わせるためのステレオ画像処理用プログラムを記録した記録媒体であって、前記ステレオ画像処理用プログラムは前記コンピュータに、前記画像データを解析して建造物の外形情報を抽出させ、その抽出させた建造物の外形情報を用いて前記 3 次元データ中の少なくとも雑音や欠損を含む誤った補正対象データを補正させることを特徴とするステレオ画像処理用プログラムを記録した記録媒体。

【請求項 7 0】 飛翔体から得られる画像データに対してステレオマッチング処理を行って 3 次元データを生成するステレオ画像処理をコンピュータに行わせるためのステレオ画像処理用プログラムを記録した記録媒体であって、前記ス

ステレオ画像処理用プログラムは前記コンピュータに、前記画像データを解析して建造物の外形情報を抽出させ、その抽出させた建造物の外形情報と少なくとも建造物の外形情報を含む地図データから得た建造物の外形情報とを比較させて統合させ、この統合させた情報を用いて前記3次元データ中の少なくとも雑音や欠損を含む誤った補正対象データを補正させることを特徴とするステレオ画像処理用プログラムを記録した記録媒体。

【請求項71】 飛翔体から得られる画像データに対してステレオマッチング処理を行って3次元データを生成するステレオ画像処理をコンピュータに行わせるためのステレオ画像処理用プログラムを記録した記録媒体であって、前記ステレオ画像処理用プログラムは前記コンピュータに、少なくとも建造物の外形情報を含む地図データから少なくとも道路・線路・河川・海洋の地図上の土地利用の領域情報を抽出させ、前記画像データを解析して建造物の外形情報を抽出させ、前記地図データから得た建造物の外形情報と前記画像データの解析から得た建造物の外形情報とを比較させて統合させ、その統合させた情報を用いて前記3次元データ中の少なくとも雑音や欠損を含む誤った補正対象データを補正させることを特徴とするステレオ画像処理用プログラムを記録した記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はステレオ画像処理装置及びステレオ画像処理方法並びにステレオ画像処理用プログラムを記録した記録媒体に関し、特に衛星ステレオ画像または航空ステレオ画像から3次元データを自動生成する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、この種の3次元データ自動生成方法においては、人工衛星や航空機等から得られる画像を基に、地形を示す3次元データ[DEM(Digital Elevation Map)データ]をステレオマッチングによって生成する方法が広く行われており、またオペレータを介在させて対応の取れない点を修正させる方法も提案されている。

## 【 0 0 0 3 】

ここで、ステレオマッチング処理とは異なる視点から撮影した 2 枚の画像、いわゆるステレオ画像について、同一の点を撮像している各画像中の対応点を求め、その視差を用いて三角測量の原理によって対象までの奥行きや形状を求めることである。

## 【 0 0 0 4 】

このステレオマッチング処理については既に様々な手法が提案されている。例えば、特公平 8 - 1 6 9 3 0 号公報には、一般的に広く用いられている面積相関法を用いる手法が開示されている。この面積相関法は左画像中に相関窓を設定してこれをテンプレートとし、右画像中の探索窓を動かしてテンプレートとの相互相関係数を算出し、これを一致度とみなして高いものを探索することによって対応点を得る方法である。

## 【 0 0 0 5 】

上記の方法においては処理量を軽減するために、探索窓の移動範囲を画像中のエピポーラ線方向に限定することによって、左画像中の各点について、対応する右画像中の点の x 方向の位置ずれ量、すなわち視差を得ることができる。ここで、エピポーラ線とはステレオ画像において片方の画像中のある点について、他方の画像中で当該点に対応する点の存在範囲として引くことができる直線である。エピポーラ線については、「画像解析ハンドブック」（高木幹夫・下田陽久監修、東京大学出版会刊、1 9 9 1 年 1 月、頁 5 9 7 - 5 9 9）に記載されている。

## 【 0 0 0 6 】

通常、エピポーラ線方向は画像の走査線方向とは異なるが、座標変換を行うことで、エピポーラ線方向を画像の走査線方向に一致させ、再配列を行うことができる。この座標変換の方法については上記の「画像解析ハンドブック」に記載されている。

## 【 0 0 0 7 】

上記のような再配列を行ったステレオ画像においては、対応点の探索窓の移動範囲を走査線上に限定することができるため、視差は左右画像中の対応点同士の x 座標の差として得られる。

## 【0008】

図5に異なる視点から同一点をステレオ撮影した2枚の衛星画像例を示す。尚、衛星画像は、通常、かなり広範囲にわたって撮影されるが、説明を簡単化するために、その画像の一部を拡大して図示しており、画像中央で交差する道路周辺にいくつかの建造物が見えている。

## 【0009】

ステレオ撮影した2枚の衛星画像において左右の画像を比較すると、ほとんど画像中の位置に変化のない道路に対して、建造物の屋上面はそれぞれの高さに応じてずれた位置に撮像されることとなる。例えば、図5に示す左画像中の建造物aは、右画像中では建造物bに対応するが、この建造物bを左画像中の同じ位置に描画したものが建造物b'である。これらの建造物a, b'の屋上面はそれぞれのx座標のずれ量cが視差となる。

## 【0010】

上記の処理で得られた視差を画素値として可視化すると、図6(a)に示すように、視差の無い道路等の地上面については暗く、建造物の屋上面については建造物の高さに応じて明るい画像となる。図6(a)中の点線において視差を示す画素値(高さを示すDEMデータ値)を縦軸にとってそれらの建造物の断面としたものを図6(b)に示す。この図6(b)から建造物の屋上にある構造物に対応する高さ情報を得ることができる。これらの画像から得られる撮像点及び視角の情報を用いれば、視差1画素あたりの高さがわかるため、上記の画像から撮影された地点周辺の地形を示す3次元データが得られる。

## 【0011】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来のステレオマッチングによる3次元データ生成手法では、テクスチャのない領域や相関係数による対応が得られない領域も含まれるため、上記の3次元データの画像中には周囲と大きく異なる誤った高さを示す点が多く含まれる。特に、建造物の周囲等では隠蔽が発生するため、対応の取れない点が多くなり、著しく高い値を示したり、あるいは建造物が大きく欠損したりする場合がある。

## 【 0 0 1 2 】

そのため、従来のステレオマッチングによる 3 次元データ生成手法では、対応点のミスマッチングによる誤差が生じ、精度の高い 3 次元情報が得られないので、都市部等の建造物の多い複雑な画像に対しては適用することが難しいという問題がある。

## 【 0 0 1 3 】

また、衛星画像または航空写真は、通常、膨大な量の画像データであるため、オペレータによる修正作業も困難かつ煩雑であるという問題もある。これらの問題によって、都市部画像からも十分な精度の情報が得られかつ自動的に処理を行える 3 次元データ生成処理方法が望まれている。

## 【 0 0 1 4 】

そこで、本発明の目的は上記の問題点を解消し、衛星ステレオ画像や航空ステレオ画像からオペレータを介さずに自動的にかつ都市部の建造物等の複雑な対象に対しても十分な精度の 3 次元データを得ることができるステレオ画像処理装置及びステレオ画像処理方法並びにステレオ画像処理用プログラムを記録した記録媒体を提供することにある。

## 【 0 0 1 5 】

## 【課題を解決するための手段】

本発明による第 1 のステレオ画像処理装置は、飛翔体から得られる画像データに対してステレオマッチング処理を行って 3 次元データを生成するステレオ画像処理装置であって、少なくとも建造物の外形情報を含む地図データから得られる前記外形情報を用いて前記 3 次元データ中の少なくとも雑音や欠損を含む誤った補正対象データを補正するデータ補正手段を備えている。

## 【 0 0 1 6 】

本発明による第 2 のステレオ画像処理装置は、飛翔体から得られる画像データに対してステレオマッチング処理を行って 3 次元データを生成するステレオ画像処理装置であって、少なくとも建造物の外形情報を含む地図データから少なくとも道路・線路・河川・海洋の地図上の土地利用の領域情報を抽出する領域情報抽出手段と、前記領域情報抽出手段からの領域情報を用いて前記 3 次元データ中の

少なくとも雑音や欠損を含む誤った補正対象データを補正するデータ補正手段とを備えている。

## 【 0 0 1 7 】

本発明による第 3 のステレオ画像処理装置は、飛翔体から得られる画像データに対してステレオマッチング処理を行って 3 次元データを生成するステレオ画像処理装置であって、前記画像データを解析して建造物の外形情報を抽出する建造物外形情報検出手段と、前記建造物外形情報検出手段から得られる建造物の外形情報を用いて前記 3 次元データ中の少なくとも雑音や欠損を含む誤った補正対象データを補正するデータ補正手段とを備えている。

## 【 0 0 1 8 】

本発明による第 4 のステレオ画像処理装置は、飛翔体から得られる画像データに対してステレオマッチング処理を行って 3 次元データを生成するステレオ画像処理装置であって、前記画像データを解析して建造物の外形情報を抽出する建造物外形情報検出手段と、少なくとも建造物の外形情報を含む地図データから得た外形情報と前記建造物外形情報検出手段で抽出された外形情報とを比較して統合する建造物外形情報比較統合手段と、前記建造物外形情報比較統合手段からの統合情報を用いて前記 3 次元データ中の少なくとも雑音や欠損を含む誤った補正対象データを補正するデータ補正手段とを備えている。

## 【 0 0 1 9 】

本発明による第 5 のステレオ画像処理装置は、飛翔体から得られる画像データに対してステレオマッチング処理を行って 3 次元データを生成するステレオ画像処理装置であって、少なくとも建造物の外形情報を含む地図データから少なくとも道路・線路・河川・海洋の地図上の土地利用の領域情報を抽出する領域情報抽出手段と、前記画像データを解析して建造物の外形情報を抽出する建造物外形情報検出手段と、前記地図データから得た建造物の外形情報と前記建造物外形情報検出手段で抽出された建造物の外形情報とを比較して統合する建造物外形情報比較統合手段と、前記建造物外形情報比較統合手段からの統合情報を用いて前記 3 次元データ中の少なくとも雑音や欠損を含む誤った補正対象データを補正するデータ補正手段とを備えている。



## 【 0 0 2 0 】

本発明による第1のステレオ画像処理方法は、飛翔体から得られる画像データに対してステレオマッチング処理を行って3次元データを生成するステレオ画像処理方法であって、少なくとも建造物の外形情報を含む地図データから得られる外形情報を用いて前記3次元データ中の少なくとも雑音や欠損を含む誤った補正対象データを補正するステップを備えている。

## 【 0 0 2 1 】

本発明による第2のステレオ画像処理方法は、飛翔体から得られる画像データに対してステレオマッチング処理を行って3次元データを生成するステレオ画像処理方法であって、少なくとも建造物の外形情報を含む地図データから少なくとも道路・線路・河川・海洋の地図上の土地利用の領域情報を抽出するステップと、その抽出した領域情報を用いて前記3次元データ中の少なくとも雑音や欠損を含む誤った補正対象データを補正するステップとを備えている。

## 【 0 0 2 2 】

本発明による第3のステレオ画像処理方法は、飛翔体から得られる画像データに対してステレオマッチング処理を行って3次元データを生成するステレオ画像処理方法であって、前記画像データを解析して建造物の外形情報を抽出するステップと、その抽出した建造物の外形情報を用いて前記3次元データ中の少なくとも雑音や欠損を含む誤った補正対象データを補正するステップとを備えている。

## 【 0 0 2 3 】

本発明による第4のステレオ画像処理方法は、飛翔体から得られる画像データに対してステレオマッチング処理を行って3次元データを生成するステレオ画像処理方法であって、前記画像データを解析して建造物の外形情報を抽出するステップと、その抽出した建造物の外形情報と少なくとも建造物の外形情報を含む地図データから得た建造物の外形情報とを比較して統合するステップと、この統合された情報を用いて前記3次元データ中の少なくとも雑音や欠損を含む誤った補正対象データを補正するステップとを備えている。

## 【 0 0 2 4 】

本発明による第5のステレオ画像処理方法は、飛翔体から得られる画像データ

に対してステレオマッチング処理を行って３次元データを生成するステレオ画像処理方法であって、少なくとも建造物の外形情報を含む地図データから少なくとも道路・線路・河川・海洋の地図上の土地利用の領域情報を抽出するステップと、前記画像データを解析して建造物の外形情報を抽出するステップと、前記地図データから得た建造物の外形情報と前記建造物の外形情報を抽出するステップで抽出された建造物の外形情報とを比較して統合するステップと、その統合された情報を用いて前記３次元データ中の少なくとも雑音や欠損を含む誤った補正対象データを補正するステップとを備えている。

## 【 0 0 2 5 】

本発明による第１のステレオ画像処理用プログラムを記録した記録媒体は、飛翔体から得られる画像データに対してステレオマッチング処理を行って３次元データを生成するステレオ画像処理をコンピュータに行わせるためのステレオ画像処理用プログラムを記録した記録媒体であって、前記ステレオ画像処理用プログラムは前記コンピュータに、その３次元データ中の少なくとも雑音や欠損を含む誤った補正対象データを少なくとも建造物の外形情報を含む地図データから得られる少なくとも建造物の外形データを用いて補正させている。

## 【 0 0 2 6 】

本発明による第２のステレオ画像処理用プログラムを記録した記録媒体は、飛翔体から得られる画像データに対してステレオマッチング処理を行って３次元データを生成するステレオ画像処理をコンピュータに行わせるためのステレオ画像処理用プログラムを記録した記録媒体であって、前記ステレオ画像処理用プログラムは前記コンピュータに、少なくとも建造物の外形情報を含む地図データから少なくとも道路・線路・河川・海洋の地図上の土地利用の領域情報を抽出させ、その抽出させた領域情報を用いて前記３次元データ中の少なくとも雑音や欠損を含む誤った補正対象データを補正させている。

## 【 0 0 2 7 】

本発明による第３のステレオ画像処理用プログラムを記録した記録媒体は、飛翔体から得られる画像データに対してステレオマッチング処理を行って３次元データを生成するステレオ画像処理をコンピュータに行わせるためのステレオ画像

処理用プログラムを記録した記録媒体であって、前記ステレオ画像処理用プログラムは前記コンピュータに、前記画像データを解析して建造物の外形情報を抽出させ、その抽出させた建造物の外形情報を用いて前記3次元データ中の少なくとも雑音や欠損を含む誤った補正対象データを補正させている。

## 【0028】

本発明による第4のステレオ画像処理用プログラムを記録した記録媒体は、飛翔体から得られる画像データに対してステレオマッチング処理を行って3次元データを生成するステレオ画像処理をコンピュータに行わせるためのステレオ画像処理用プログラムを記録した記録媒体であって、前記ステレオ画像処理用プログラムは前記コンピュータに、前記画像データを解析して建造物の外形情報を抽出させ、その抽出させた建造物の外形情報と少なくとも建造物の外形情報を含む地図データから得た建造物の外形情報とを比較させて統合させ、この統合させた情報を用いて前記3次元データ中の少なくとも雑音や欠損を含む誤った補正対象データを補正させている。

## 【0029】

本発明による第5のステレオ画像処理用プログラムを記録した記録媒体は、飛翔体から得られる画像データに対してステレオマッチング処理を行って3次元データを生成するステレオ画像処理をコンピュータに行わせるためのステレオ画像処理用プログラムを記録した記録媒体であって、前記ステレオ画像処理用プログラムは前記コンピュータに、少なくとも建造物の外形情報を含む地図データから少なくとも道路・線路・河川・海洋の地図上の土地利用の領域情報を抽出させ、前記画像データを解析して建造物の外形情報を抽出させ、前記地図データから得た建造物の外形情報と前記画像データの解析から得た建造物の外形情報とを比較させて統合させ、その統合させた情報を用いて前記3次元データ中の少なくとも雑音や欠損を含む誤った補正対象データを補正させている。

## 【0030】

すなわち、本発明のステレオ画像処理装置は、衛星画像データを蓄積する衛星画像蓄積手段と、複数の衛星画像からステレオマッチング処理によって3次元データを生成するステレオ処理手段と、このステレオマッチング処理で得られた3

次元データを地図データを用いて補正するDEMデータ自動補正手段と、地図データを記憶しておく地図データ蓄積手段とを備えている。

#### 【0031】

本発明のステレオ画像処理装置は、上記の構成をとることで、同地点に対して複数の方向から撮影した衛星画像対に対してステレオマッチング処理を行い、得られた視差情報による画像中の各点における高さ情報、つまり3次元データを生成し、これに地図データに含まれる建造物の外形の形状情報を重ね合わせ、各建造物領域毎に内部の3次元データを頻度の高い代表的な値に変換することで、雑音や欠損が生じている3次元データを修正するように動作する。

#### 【0032】

より具体的に、本発明のステレオ画像処理装置では、建造物の形状情報を、画像から画像処理手段によって抽出するか、または既存の地図データベースに含まれるベクトルデータから入手し、その建造物の形状情報をステレオマッチング処理によって得られた3次元データに対して重ね合わせ、各建造物領域毎に内部の3次元データ値を、頻度の高いいくつかの値で置換して修正する。これによって、オペレータを介さずに3次元データを自動的に生成することが可能となり、かつ都市部等の複雑な対象に対しても十分な精度の3次元形状が得られる。

#### 【0033】

##### 【発明の実施の形態】

次に、本発明の実施例について図面を参照して説明する。図1は本発明の第1の実施例によるステレオ画像処理装置の構成を示すブロック図である。図1において、本発明の第1の実施例によるステレオ画像処理装置は衛星画像蓄積手段1と、ステレオ処理手段2と、DEMデータ自動補正手段3と、地図データ蓄積手段4とから構成されている。

#### 【0034】

衛星画像蓄積手段1は衛星画像データを蓄積する。ステレオ処理手段2は衛星画像蓄積手段1から得られる衛星画像データに対してステレオマッチング処理を行い、3次元データ[DEM(Digital Elevation Map)データ]を生成する。

## 【 0 0 3 5 】

D E M データ自動補正手段 3 はステレオ処理手段 2 によって得られた 3 次元データ中の雑音や欠損等の誤ったデータを、別途地図データから得られる建造物等の外形の形状情報（以下、外形情報とする）を用いて自動的に補正する。地図データ蓄積手段 4 は D E M データ自動補正手段 3 に対して建造物の外形情報等の地図データを提供する。

## 【 0 0 3 6 】

尚、上記の衛星画像蓄積手段 1 及び地図データ蓄積手段 4 は必ずしも必要とするものではなく、衛星画像や地図データを外部からインターネット等を用いて入力することも可能である。また、地図データとしてはベクトルデータやラスターデータ等のデータ形式で多数市販されているが、建造物の外形情報等を含むものであればどのようなデータでも使用可能である。これらは後述する他の実施例においても同様である。

## 【 0 0 3 7 】

図 2 は図 1 の D E M データ自動補正手段 3 の構成を示すブロック図である。ず 2 において、D E M データ自動補正手段 3 は位置合わせ手段 3 1 と、領域設定手段 3 2 と、領域内ヒストグラム解析手段 3 3 と、D E M データ修正手段 3 4 とから構成されている。

## 【 0 0 3 8 】

位置合わせ手段 3 1 はステレオ処理手段 2 によって得られる 3 次元データと、地図データ蓄積手段 4 から与えられる建造物の外形情報を含む地図データとを、それぞれに含まれる地理学上の同座標点が一致するように平行移動・変換等を行って重ね合わせる。領域設定手段 3 2 は位置合わせ手段 3 1 によって重ね合わされた地図データ中の各建造物毎に、その外形形状に含まれる領域内に含まれる 3 次元データをそれぞれの建造物の候補領域として設定する。

## 【 0 0 3 9 】

領域内ヒストグラム解析手段 3 3 は領域設定手段 3 2 によって設定された各領域において、その領域内に含まれる 3 次元データのヒストグラム分布を解析し、頻度の高い値等の統計情報を得る。D E M データ修正手段 3 4 は領域内ヒストグ

ラム解析手段 3 3 によって得られた各領域内の統計情報に基づき、その領域内に含まれる 3 次元データを高頻度の値で置換する等の方法で修正して出力する。

#### 【0040】

図 3 は本発明の第 1 の実施例によるステレオ画像処理装置の動作を示すフローチャートであり、図 4 は図 1 の DEM データ自動補正手段 3 の動作を示すフローチャートである。これら図 1 ～図 4 を参照して本発明の第 1 の実施例によるステレオ画像処理装置の動作について説明する。

#### 【0041】

まず、衛星画像蓄積手段 1 には衛星から地上の同地点を異なった視点から撮影した複数枚の画像、つまり衛星ステレオ画像が蓄積され（図 3 ステップ S 1）、それらの衛星ステレオ画像はステレオ処理手段 2 に与えられる。

#### 【0042】

ステレオ処理手段 2 は得られた衛星ステレオ画像に対し、ステレオマッチング処理を自動的に行い、撮影された地点周辺の地形を示す 3 次元データを生成する（図 3 ステップ S 2）。これは具体的には、2 次元の地図上の各点に対応する高さの値で示されるものである。

#### 【0043】

ここで、ステレオマッチング処理とは、従来の技術で述べたように、異なる視点から撮影した 2 枚の画像について、同一の点を撮像している各画像中の対応点を求め、その視差を用いて三角測量の原理によって対象までの奥行きや形状を求めることである。一般的には特徴量を求めて対応付ける方法や、左右画像の相関を用いる相関法等の様々な手法が提案されているが、本実施例においてはステレオマッチング処理に利用する手法に対する制限はない。

#### 【0044】

DEM データ自動補正手段 3 はステレオマッチング処理にて得られた 3 次元データに対して、地図データ蓄積手段 4 に記憶されかつ 3 次元データに対応する領域に含まれる建造物の外形情報を主とする地図データを用いて、3 次元データ中の誤ったデータを自動的に補正する（図 3 ステップ S 3）。

#### 【0045】

DEMデータ自動補正手段3において、位置合わせ手段31は3次元データと地図データとを、同じ座標を示す点が一致するように重ね合わせる（図4ステップS11）。3次元データ及びその元となる衛星画像で採用されている測地系と、地図データで用いられる測地系とが異なる場合、同一点の経緯度の値が異なってしまうため、同等のものとなるように変換し、経緯度が一致する所定の点の情報を用いて変換パラメータを求め、アフィン変換等の変換をどちらかに適用し、3次元データと地図データとにおける同一点が一致するように重ね合わせる。

## 【0046】

領域設定手段32は重ね合わせた地図データ中の各建造物領域毎に、内部に含まれる3次元データを建物候補領域として設定する（図4ステップS12）。領域内ヒストグラム解析手段33は設定された各建物候補領域に対し、その領域内に含まれる3次元データの値についてヒストグラムを得る等の統計的な解析を行う（図4ステップS13）。

## 【0047】

DEMデータ修正手段34は各領域について、高い頻度を示す値をいくつか選択し、それら選択した点の値を、領域内の3次元データのうち、それら選択した点の近傍の3次元データにおいて最も頻度の高い値に置き換えて3次元データの修正を行う。

## 【0048】

すなわち、DEMデータ修正手段34は各領域のヒストグラムから頻度の高いいくつかの値をその領域の代表値として選択し（図4ステップS14）、領域内の各画素のうち、代表値から所定の閾値の範囲のDEMデータの値を持つものについて、代表値に対応するラベルを付加する（図4ステップS15）。

## 【0049】

その後に、DEMデータ修正手段34は代表値に関連付けられることなく残った各画素について、近傍の画素に付加されたラベルの分布を調べ、頻度の高いラベルを当該画素のラベルとして選択する（図4ステップS16）。DEMデータ修正手段34は建造物領域中の全ての画素についてラベルが決定されると（図4ステップS17）、各画素の値をラベルに設定されている代表値で置換する（図

4 ステップ S 1 8)。

【 0 0 5 0 】

上記のように、ステレオ処理手段 2 及び D E M データ自動補正手段 3 によって全てコンピュータ上で自動的に 3 次元データが得られるため、オペレータの操作を必要としない。

【 0 0 5 1 】

また、D E M データ自動補正手段 3 において地図データの建造物形状情報によって 3 次元データ中に含まれる誤ったデータを補正することで、従来の方法で自動的に抽出した 3 次元データに比べてより精度の高い 3 次元データを得ることができる。

【 0 0 5 2 】

図 5 は本発明の第 1 の実施例で用いる衛星画像の一例を示す模式図であり、図 6 ( a ) , ( b ) は本発明の第 1 の実施例によって得られる 3 次元データ画像の一例を示す模式図であり、図 7 は本発明の第 1 の実施例で用いる地図データの一例を示す模式図である。

【 0 0 5 3 】

また、図 8 は図 2 の領域設定手段 3 2 によって設定された 3 次元データ領域の一例を示す模式図であり、図 9 は図 2 の領域内ヒストグラム解析手段 3 3 によって得られた 3 次元データの分布を表すヒストグラムの一例を示す模式図であり、図 1 0 は図 2 の D E M データ修正手段 3 4 によって補正された 3 次元データ領域の一例を示す模式図である。

【 0 0 5 4 】

これら図 1 ～図 1 0 を参照して本発明の第 1 の実施例の具体的な動作について説明する。図 5 においては本発明の第 1 の実施例を適用する 2 枚のステレオ撮影を行った衛星画像を示している。尚、通常、衛星画像はかなり広範囲にわたって撮影されるが、説明を簡単化するために、その画像の一部を拡大して図示しており、画像中央で交差する道路周辺にいくつか建造物が見えている。

【 0 0 5 5 】

本発明の第 1 の実施例においては、まず衛星画像蓄積手段 1 において事前に記



憶されている上記のような衛星ステレオ画像がステレオ処理手段 2 に与えられ、従来と同様の方法によって、コンピュータ上で自動的にステレオマッチング処理が行われる。

## 【 0 0 5 6 】

ここで、ステレオマッチング処理とは異なる視点から撮影した 2 枚の画像について、同一の点を撮像している各画像中の対応点を求め、その視差を用いて三角測量の原理によって対象までの奥行きや形状を求めることである。このステレオマッチング処理については既に様々な手法が提案されているが、本実施例においては、上述した特公平 8 - 1 6 9 3 0 号公報に記載されている方法と同様に、広く用いられている面積相関法を用いている。

## 【 0 0 5 7 】

この面積相関法においては処理量を軽減するため、探索窓の移動範囲を画像中のエピポーラ線方向に限定することによって、左画像中の各点について、対応する右画像中の点の x 方向の位置ずれ量、すなわち視差を得ることができる。

## 【 0 0 5 8 】

通常、エピポーラ線方向は画像の走査線方向とは異なるが、座標変換を行うことで、エピポーラ線方向を画像の走査線方向に一致させ、再配列を行うことができる。この座標変換の方法については上記の「画像解析ハンドブック」に記載されている。

## 【 0 0 5 9 】

上記のような再配列を行ったステレオ画像においては、対応点の探索窓の移動範囲を走査線上に限定することができるため、視差は左右画像中の対応点同士の x 座標の差として得られる。

## 【 0 0 6 0 】

図 5 に異なる視点から同一点をステレオ撮影した 2 枚の衛星画像例を示す。尚、衛星画像は、通常、かなり広範囲にわたって撮影されるが、説明を簡単化するために、その画像の一部を拡大して図示しており、画像中央で交差する道路周辺にいくつかの建造物が見えている。

## 【 0 0 6 1 】

ステレオ撮影した2枚の衛星画像において左右の画像を比較すると、ほとんど画像中の位置に変化のない道路に対して、建造物の屋上面はそれぞれの高さに応じてずれた位置に撮像されることとなる。例えば、図5に示す左画像中の建造物aは、右画像中では建造物bに対応するが、この建造物bを左画像中の同じ位置に描画したものが建造物b'である。これらの建造物a, b'の屋上面はそれぞれのx座標のずれ量cが視差となる。

## 【0062】

上記の処理で得られた視差を画素値として可視化すると、図6(a)に示すように、視差の無い道路等の地上面については暗く、建造物の上面については建造物の高さに応じて明るい画像となる。図6(a)中の点線において視差を示す画素値を縦軸にとってそれらの建造物の断面としたものを図6(b)に示す。この図6(b)から建造物の屋上にある構造物に対応する高さ情報を得ることができる。これらの画像から得られる撮像点及び視角の情報を用いれば、視差1画素あたりの高さがわかるため、上記の画像から撮影された地点周辺の地形を示す3次元データが得られる。

## 【0063】

しかしながら、テクスチャのない領域や相関係数による対応が得られない領域も含まれるため、上記の3次元データの画像中には周囲と大きく異なる誤った高さを示す点が多く含まれる。特に、建造物の周囲等では隠蔽が発生するため、対応の取れない点が多くなり、著しく高い値を示したり、あるいは建造物が大きく欠損したりする場合がある。

## 【0064】

図7に地図データ蓄積手段4に含まれかつラスタライズして可視化した地図データの一例を示す。地図データには建造物や道路の形状等の他、区境界線や行政区・道路・建物の名称等がベクトルデータあるいはラスタデータとして様々な階層化して含まれ、それぞれについて所定の座標系によって記述された経緯度等の位置情報を含む。

## 【0065】

地図データに含まれるデータの種類の種類は地図データによってまちまちであるが、

このうちの建造物の形状を示すベクトルデータを用いて、DEMデータ自動補正手段3によって上記のような3次元データの誤りを補正する。

#### 【0066】

具体的には、まず位置合わせ手段31によって得られた3次元データと、地図データとの対応する地点を一致させて重ね合わせる作業が行われる。3次元データは衛星画像に対応して得られるため、測地系は衛星画像で 사용되는ものと同様と見なすことができ、衛星画像には撮像した際の撮影方向や時刻、及び画像の4隅の点における経緯度情報等の各情報を含むメタデータと呼ばれる情報が付属する。これによって、3次元データの画像中の任意の点に対応する位置座標が補間により得られる。

#### 【0067】

また、地図画像中の各データについても、経緯度情報がベクトルデータならば、各頂点の座標値等として含まれる。しかしながら、採用している測地系が異なる場合、地球上の同一点を表す経緯度値も異なってしまうため、経緯度値の対応する点を同一点とみなして対応させることはできない。このため、まず経緯度が同等のものとなるよう所定のパラメータによってシフトさせ、これによって対応する点を数点得る。

#### 【0068】

さらに、それらを一致させるようなアフィン変換パラメータを最小自乗法等によって求め、地図データあるいは3次元データのいずれかにその変換を適用することで、同一点が一致するように重ね合わせを行う。

#### 【0069】

重ね合わせを行った後、領域設定手段32によって各建造物毎に、ベクトルデータによって囲まれる閉領域に含まれる3次元データを、その建造物に対応する領域として設定する。

#### 【0070】

このような作業によって得られる図7中の左上に位置するビルに対応する3次元データ領域の一例を図8に拡大して図示する。この場合、得られた3次元データと画像中の領域とが完全には一致せず、またビル屋上の建造物によって、3次

元データの一部に局部的に高い値を示す領域が存在する。

【0071】

次に、領域内ヒストグラム解析手段33によって得られた各領域毎に、3次元データの分布を調べる。図8に示す領域について、内部の3次元データのヒストグラム例を図9に示す。

【0072】

これを見ると、ビルの屋上面及び屋上にある構造物のそれぞれに対応する値が比較的高い頻度を示している。また、3次元データ中の屋上面と地図データのビル領域とが完全には一致していないため、視差0近くの位置にも小さいピークがある。

【0073】

領域内ヒストグラム解析手段33は領域内の3次元データの数に対して所定の割合を超える頻度を示す値を、その領域の代表値として記録する。上記の領域の場合には、AとBとが代表値となる。

【0074】

また、DEMデータ修正手段34によって各領域毎の代表値を用いて領域内の3次元データの補正が行われる。具体的には、領域内の各点について近傍の3次元データ値の分布を調べ、その最頻値が代表値の近傍にあれば、その代表値によって3次元データを置き換える。最頻値が代表値近傍でない場合には、最大の頻度を示す代表値によって置き換える。上記の手法によって補正された3次元データを図10に示す。以上の処理動作が本発明の第1の実施例による動作である。

【0075】

図11～図15は図2のDEMデータ修正手段34による修正動作を説明するための図である。以下、図11～図15を参照してDEMデータ修正手段34による修正動作について詳細に説明する。

【0076】

図11にある建造物領域内部について拡大した修正前のDEMデータを示す。図11において、各格子の内部に記した数値が高さ情報を示す画素値であり、説明を簡単化するために8段階の数値によって表現している。

## 【 0 0 7 7 】

また、図 9 は上記のように、内部の 3 次元データのヒストグラム例を示している。図 9 において、横軸に高さを示す DEM データの値を、縦軸にその頻度をそれぞれ付与している。このうち、頻度の高い A 及び B の値は図 1 1 中の画素値「5」，「8」に対応しているものとする。

## 【 0 0 7 8 】

DEM データ修正手段 3 4 においては、まず各領域のヒストグラムから頻度の高いいくつかの値をその領域の代表値として選択する処理が行われる。これによって、図 9 中の A 及び B の DEM データの値がその領域の代表値として選択される。

## 【 0 0 7 9 】

次に、DEM データ修正手段 3 4 は領域内の各画素のうち、代表値から所定の閾値の範囲の DEM データの値を持つものについて、代表値に対応するラベルを付加する処理が行われる。図 1 2 は図 9 に示すヒストグラムについて、閾値によって各代表値に対応する DEM データの値の範囲を示す図であり、図 1 2 中の A に対しては閾値 d によって、B に対しては閾値 e によってそれぞれ代表値とみなせる DEM データの値の範囲が決定される。

## 【 0 0 8 0 】

このデータ値の範囲に含まれる画素に対して、図 1 1 に示す DEM データ画像の建造物領域に適用し、A または B のラベルを付加した結果を図 1 3 に示す。データ値「4」，「5」，「6」を示す画素にはラベル A が、データ値「7」，「8」を示す画素にはラベル B が付加されているが、設定されたデータ値の範囲に相当しないデータ値「1」の領域にはラベルが付加されていない。

## 【 0 0 8 1 】

また、上記のラベル処理によって代表値に関連付けられることなく残った各画素について、近傍の画素に付加されたラベルの分布を調べ、頻度の高いラベルを当該画素のラベルとして選択する処理が行われる。図 1 4 は図 1 3 に示す DEM データ画像中のラベルが付加されていない画素に対する近傍の範囲を示すものである。

## 【 0 0 8 2 】

図 1 4 中の画素 f (点線で示す画素) に対しては、例えば g に示すような当該画素を中心とした 5 画素四方の範囲 (点線で示す範囲) が設定され、この範囲に含まれる画素のラベルが調べられる。その結果、範囲 g の内部で最も多いラベル A が当該画素 f のラベルとして引用される。しかしながら、設定した近傍範囲内にラベルが付加されている画素が存在しない場合、対象とする画素にはラベルを付与しない。この近傍ラベルの選択処理は、対象とする建造物領域中の全ての画素にラベルが付加されるまで繰返し行われる。上記の処理は領域中のラベルが付加されていない全画素に適用した後においても、まだ領域内にラベルが付加されていない画素が残る場合、残ったラベルのない画素について繰返し行われる。この繰返し処理において、ラベルが付加されていない画素群は順次ラベルが付加された画素に隣接する画素から引用されていき、その数が次第に減少する。対象とする建造物領域中の全ての画素にラベルが付加されると、上記の近傍ラベルの選択処理の繰返しを終了する。

## 【 0 0 8 3 】

建造物領域中の全ての画素についてラベルが決定されると、各画素の値をラベルに設定されている代表値で置換する処理が行われる。図 1 3 の DEM データ画像中の全画素についてラベルを設定し、それらを代表値に置換すると、図 1 5 に示すように、修正された DEM データ画像が得られる。

## 【 0 0 8 4 】

図 1 6 は本発明の第 2 の実施例によるステレオ画像処理装置の構成を示すブロック図である。図 1 6 において、本発明の第 2 の実施例によるステレオ画像処理装置は衛星画像蓄積手段 1 と、ステレオ処理手段 2 と、DEM データ自動補正手段 3 と、地図データ蓄積手段 4 と、領域情報抽出手段 5 とから構成されている。

## 【 0 0 8 5 】

衛星画像蓄積手段 1 は衛星画像データを蓄積する。ステレオ処理手段 2 は衛星画像蓄積手段 1 から得られる衛星画像データに対してステレオマッチング処理を行い、3 次元データを生成する。

## 【 0 0 8 6 】

DEMデータ自動補正手段3はステレオ処理手段2によって得られた3次元データ中の雑音や欠損等の誤った補正対象データを、別途地図データから得られる建造物等の外形情報を用いて自動的に補正する。地図データ蓄積手段4はDEMデータ自動補正手段3に対して建造物等の外形情報を含む地図データを提供する。領域情報抽出手段5は道路・線路・河川・海洋等の地図上の土地利用等の領域情報を地図データから抽出する。

## 【0087】

図17は図16のDEMデータ自動補正手段3の構成を示すブロック図である。図17において、DEMデータ自動補正手段3は位置合わせ手段31と、領域分割手段36と、領域内ヒストグラム解析手段33と、修正条件設定手段35と、DEMデータ修正手段34とから構成されている。

## 【0088】

位置合わせ手段31はステレオ処理手段2によって得られる3次元データと、地図データ蓄積手段4から与えられる建造物の外形情報を含む地図データとを、それぞれに含まれる地理学上の同座標点が一致するように平行移動・変換等を行って重ね合わせる。領域分割手段36は位置合わせ手段31によって重ね合わされた地図データ中の各建造物毎に、その外形形状に含まれる領域内の3次元データをそれぞれの建造物の候補領域として設定するとともに、地図上の領域情報に応じて3次元データを領域分割する。

## 【0089】

領域内ヒストグラム解析手段33は領域分割手段36によって設定された各領域において、その領域内に含まれる3次元データのヒストグラム分布を解析し、頻度の高い値等の統計情報を得る。修正条件設定手段35は地図上の各土地利用の領域情報に応じた3次元データの修正条件を設定する。DEMデータ修正手段34は領域内ヒストグラム解析手段33によって得られた各領域内の統計情報と、修正条件設定手段35によって設定される修正条件とに基づき、その領域内に含まれる3次元データを高頻度の値で置換する等の方法で修正して出力する。

## 【0090】

図18は本発明の第2の実施例によるステレオ画像処理装置の動作を示すフロ

ーチャートであり、図 1 9 は図 1 6 の DEM データ自動補正手段 3 の動作を示すフローチャートである。これら図 1 6 ～図 1 9 を参照して本発明の第 3 の実施例によるステレオ画像処理装置の動作について説明する。

【0091】

まず、衛星画像蓄積手段 1 には衛星から地上の同地点を異なった視点から撮影した複数枚の画像、つまり衛星ステレオ画像が蓄積され（図 1 8 ステップ S 2 1）、それらの衛星ステレオ画像はステレオ処理手段 2 に与えられる。

【0092】

ステレオ処理手段 2 は得られた衛星ステレオ画像に対し、ステレオマッチング処理を自動的に行い、撮影された地点周辺の地形を示す 3 次元データを生成する（図 1 8 ステップ S 2 2）。本実施例においても、本発明の第 1 の実施例と同様に、ステレオマッチング処理に利用する手法に制限はない。

【0093】

DEM データ自動補正手段 3 はステレオマッチング処理で得られた 3 次元データに対して、地図データ蓄積手段 4 に記憶された建造物外形情報と、領域情報抽出手段 5 によって地図データから抽出される道路・線路・河川・海洋等の地図上の土地利用等の領域情報とを併用して、3 次元データ中の誤ったデータを自動的に補正する（図 1 8 ステップ S 2 3）。

【0094】

DEM データ自動補正手段 3 において、位置合わせ手段 3 1 は 3 次元データと地図データとを、同じ座標を示す点が一致するよう重ね合わせる（図 1 9 ステップ S 3 1）。3 次元データ及びその元となる衛星画像で採用されている測地系と、地図データで用いられる測地系とが異なる場合、同一点の経緯度の値が異なってしまうため、同等のものとなるように変換し、経緯度が一致する所定の点の情報を用いて変換パラメータを求め、アフィン変換等の変換をどちらかに適用し、3 次元データと地図データとにおける同一点が一致するよう重ね合わせる。

【0095】

領域分割手段 3 6 は重ね合わせた地図データ中の各建造物領域毎に、内部に含まれる 3 次元データを建物候補領域として設定するとともに、領域情報抽出手段



5 から得られる道路・線路・河川・海洋等の領域情報に基づいて 3 次元データの領域分割を行う（図 19 ステップ S 3 2）。これらの建物候補領域と領域情報によって分割された領域とが重複することはいえる。例えば、建造物領域は市街地に包含されうるが、海洋領域内には存在し得ない等である。

## 【0096】

領域内ヒストグラム解析手段 3 3 は設定された各建物候補領域及び領域情報によって分割された領域に対し、その領域内に含まれる 3 次元データの値についてヒストグラムを得る等の統計的な解析を行う（図 19 ステップ S 3 3）。

## 【0097】

修正条件設定手段 3 5 は上記の各土地利用の領域情報に対応する 3 次元データの修正条件を定める（図 19 ステップ S 3 4）。具体的な例を挙げると、道路領域においては内部の不連続な 3 次元データを誤りとして平滑化し、また海洋や河川領域では、一般的なステレオマッチング手法によってテクスチャのないほぼ一様の領域でかつ形状の変化や太陽光の反射等の影響で正しい 3 次元データが得られないため、海洋では一様に高さを「0」とするか、河川においては隣接する陸地側の高さ情報を用いる等である。

## 【0098】

DEM データ修正手段 3 4 は各領域について、修正条件設定手段 3 5 において設定された各領域情報毎の修正条件にしたがって高い頻度を示す値をいくつか選択し、それら選択した点の値を、領域内の 3 次元データのうち、それら選択した点の近傍の 3 次元データにおいて最も頻度の高い値に置き換えて 3 次元データの修正を行う。

## 【0099】

すなわち、DEM データ修正手段 3 4 は各領域について、設定された各領域毎の修正条件にしたがって各領域のヒストグラムから頻度の高いいくつかの値をその領域の代表値として選択し（図 19 ステップ S 3 5）、領域内の各画素のうち、代表値から所定の閾値の範囲の DEM データの値を持つものについて、代表値に対応するラベルを付加する（図 19 ステップ S 3 6）。

## 【0100】

この後、DEMデータ修正手段34は代表値に関連付けられることなく残った各画素について、近傍の画素に付加されたラベルの分布を調べ、頻度の高いラベルを当該画素のラベルとして選択する（図19ステップS37）。DEMデータ修正手段34は建造物領域中の全ての画素についてラベルが決定されると（図19ステップS38）、各画素の値をラベルに設定されている代表値で置換する（図19ステップS39）。このDEMデータ修正手段34による代表値の置換処理は上記の図11～図15を用いた説明と同様である。

#### 【0101】

上記のように、ステレオ処理手段2とDEMデータ自動補正手段3と領域情報抽出手段5とによって全てコンピュータ上で自動的に3次元データが得られるため、オペレータの操作を必要としない。

#### 【0102】

また、地図データの建造物の外形情報に加えて、領域情報に応じた3次元データ修正条件を設定し、それらに基づいて3次元データ中に含まれる誤ったデータを補正することによって、建造物領域のみならず、他の領域においても従来の方法より精度の高い3次元データを得ることができる。

#### 【0103】

図20は領域情報を含む地図データの一例を示す模式図である。この図20を参照して本発明の第2の実施例による具体的な動作について説明する。本発明の第2の実施例においても、まず衛星画像蓄積手段1において事前に記憶されている上記のような衛星ステレオ画像がステレオ処理手段2に与えられ、従来と同様の方法によって、コンピュータ上で自動的にステレオマッチング処理が行われる点は上記の本発明の第1の実施例と同様である。また、面積相関法によるステレオマッチングを用いて図6に示すような3次元データの画像を得る点も、上記の本発明の第1の実施例と同様である。

#### 【0104】

本実施例では、地図データ蓄積手段4に含まれる地図データのうち建造物の外形情報のみではなく、図20に示す地図データの一例のような、道路、山林、水域等の領域情報を領域情報抽出手段5によって地図データから抽出し、DEMデ

ータ自動補正手段 3 における 3 次元データの補正処理に用いる点が本発明の第 1 の実施例と異なっている。

【0105】

この DEM データ自動補正手段 3 における 3 次元データの補正処理について具体的に説明する。まず、位置合わせ手段 3 1 によって、本発明の第 1 の実施例と同様にして得られた 3 次元データ及び衛星画像と、地図データとの対応する地点を一致させて重ね合わせる作業が行われる。

【0106】

重ね合わせを行った後、領域分割手段 3 6 によって、領域情報抽出手段 5 によって地図データから抽出された領域情報を用いて、3 次元データを領域分割するとともに、各建造物領域についても、本発明の第 1 の実施例の領域設定手段 3 2 と同様にして、対応する 3 次元データ領域を設定する。

【0107】

こうして得られた各領域毎に、領域内ヒストグラム解析手段 3 3 によって、本発明の第 1 の実施例と同様にして、高い頻度を示す 3 次元データ値が各領域の代表値として決定される。

【0108】

また、修正条件設定手段 3 5 によって、上記の各土地利用の領域情報に対応する 3 次元データの修正条件を定める。具体的な例を挙げると、市街地内部の建造物が存在するとされる領域については、本発明の第 1 の実施例と同様の方法を用いるが、同じ市街地内部であっても道路領域においては内部の不連続な 3 次元データは誤りとして平滑化する。

【0109】

また、海洋や河川領域では、一般的なステレオマッチング手法におけるテクスチャのないほぼ一様の領域でかつ形状の変化や太陽光の反射等の影響によって正しい 3 次元データが得られないため、海洋では一様に高さを「0」にするか、河川において隣接する陸地側の高さ情報（3 次元データの最頻値）をそのまま用いる。さらに、山林等においては、周囲と明らかに異なる 3 次元データ値を示す点のみを修正する等の方法を採用する。

## 【 0 1 1 0 】

このような修正条件にしたがって、DEMデータ修正手段34は領域内ヒストグラム解析手段33によって各領域毎に得られた代表値を用いて、各領域内部の3次元データを自動的に修正する。以上の処理動作が本発明の第2の実施例による処理動作である。

## 【 0 1 1 1 】

図21は本発明の第3の実施例によるステレオ画像処理装置の構成を示すブロック図である。図21において、本発明の第3の実施例によるステレオ画像処理装置は衛星画像蓄積手段1と、ステレオ処理手段2と、DEMデータ自動補正手段3と、建造物外形情報検出手段6とから構成されている。

## 【 0 1 1 2 】

衛星画像蓄積手段1は衛星画像データを蓄積する。ステレオ処理手段2は衛星画像蓄積手段1から得られる衛星画像データに対してステレオマッチング処理を行い、3次元データを生成する。

## 【 0 1 1 3 】

DEMデータ自動補正手段3はステレオ処理手段2によって得られた3次元データ中の雑音や欠損等の誤った補正対象データを、別途建造物外形情報検出手段6から得られる建造物等の外形情報を用いて自動的に補正する。建造物外形情報検出手段6は衛星画像蓄積手段1に記憶されている衛星画像を解析し、建造物の外形情報を抽出する。

## 【 0 1 1 4 】

本発明の第3の実施例におけるDEMデータ自動補正手段3は、建造物外形情報検出手段6から建造物の外形情報を入力するようにした以外は図2に示す本発明の第1の実施例におけるDEMデータ自動補正手段3と同様の構成となっているので、その構成についての説明を省略する。

## 【 0 1 1 5 】

図22は本発明の第3の実施例によるステレオ画像処理装置の動作を示すフローチャートであり、図23は図16のDEMデータ自動補正手段3の動作を示すフローチャートである。これら図21～図23を参照して本発明の第3の実施例

によるステレオ画像処理装置の動作について説明する。

【0116】

まず、衛星画像蓄積手段1には衛星から地上の同地点を異なった視点から撮影した複数枚の画像、つまり衛星ステレオ画像が蓄積され（図22ステップS41）、それらの衛星ステレオ画像はステレオ処理手段2及び建造物外形情報検出手段6に与えられる。

【0117】

ステレオ処理手段2は得られた衛星ステレオ画像に対し、ステレオマッチング処理を自動的に行い、撮影された地点周辺の地形を示す3次元データを生成する（図22ステップS42）。本実施例においても、本発明の第1の実施例と同様に、ステレオマッチング処理に利用する手法に制限はない。

【0118】

建造物外形情報検出手段6は得られた衛星ステレオ画像を解析し、撮影されている建造物について、外形を示すベクトル情報を抽出する（図22ステップS43）。具体的に、建造物外形情報検出手段6においては画像に対してエッジ検出した結果を2値化し、さらに細線化して連結処理を行うことで得られる閉曲線群のうち、矩形等の直線を主体として構成されているものを選択し、建造物の外形情報とする。

【0119】

DEMデータ自動補正手段3はステレオマッチング処理で得られた3次元データに対して、建造物外形情報検出手段6によって衛星画像そのものから得られる建造物の外形情報を用いて、3次元データ中の誤ったデータを自動的に補正する（図22ステップS44）。

【0120】

DEMデータ自動補正手段3において、位置合わせ手段31は3次元データと建造物外形情報検出手段6によって得られる建造物の外形情報とを重ね合わせる（図23ステップS51）。この場合、基準とする画像が同一であるため、測地系を一致させるための変換処理は通常の場合、不要となる。

【0121】

領域設定手段 3 2 は重ね合わせた各建造物領域毎に、内部に含まれる 3 次元データを建物候補領域として設定する（図 2 3 ステップ S 5 2）。領域内ヒストグラム解析手段 3 3 は設定された各建物候補領域に対し、その領域内に含まれる 3 次元データの値についてヒストグラムを得る等の統計的な解析を行う（図 2 3 ステップ S 5 3）。

#### 【 0 1 2 2 】

DEMデータ修正手段 3 4 は各領域について、高い頻度を示す値をいくつか選択し、それら選択した点の値を、領域内の 3 次元データのうち、それら選択した点の近傍の 3 次元データにおいて最も頻度の高い値に置き換えて 3 次元データの修正を行う。

#### 【 0 1 2 3 】

すなわち、DEMデータ修正手段 3 4 は各領域のヒストグラムから頻度の高いいくつかの値をその領域の代表値として選択し（図 2 3 ステップ S 5 4）、領域内の各画素のうち、代表値から所定の閾値の範囲の DEMデータの値を持つものについて、代表値に対応するラベルを付加する（図 2 3 ステップ S 5 5）。

#### 【 0 1 2 4 】

その後に、DEMデータ修正手段 3 4 は代表値に関連付けられることなく残った各画素について、近傍の画素に付加されたラベルの分布を調べ、頻度の高いラベルを当該画素のラベルとして選択する（図 2 3 ステップ S 5 6）。DEMデータ修正手段 3 4 は建造物領域中の全ての画素についてラベルが決定されると（図 2 3 ステップ S 5 7）、各画素の値をラベルに設定されている代表値で置換する（図 2 3 ステップ S 5 8）。このDEMデータ修正手段 3 4 による代表値の置換処理は上記の図 1 1 ～図 1 5 を用いた説明と同様である。

#### 【 0 1 2 5 】

上記のように、ステレオ処理手段 2 とDEMデータ自動補正手段 3 と建造物外形情報検出手段 6 とによって全てコンピュータ上で自動的に 3 次元データが得られるため、オペレータの操作を必要としない。

#### 【 0 1 2 6 】

また、衛星画像のみから 3 次元データの抽出及び解析した建造物の外形情報を

基に3次元データの補正を行うことによって、地図データが得られない場合や地図データに記載される情報が古い等の衛星画像と異なる場合においても、従来の方法より精度の高い3次元データを得ることができる。

## 【0127】

さらに、本発明の第3の実施例による具体的な処理動作について説明する。本発明の第3の実施例においても、まず衛星画像蓄積手段1において事前に記憶されている上記のような衛星ステレオ画像がステレオ処理手段2に与えられ、従来と同様の方法によって、コンピュータ上で自動的にステレオマッチング処理が行われる点は、上述した本発明の第1の実施例と同様である。面積相関法によるステレオマッチングを用いて図6に示すような3次元データの画像を得る点も、上記の本発明の第1の実施例と同様である。

## 【0128】

衛星画像蓄積手段1に記憶されている衛星ステレオ画像は、さらに建造物外形情報検出手段6によって解析され、撮影されている建造物について、その外形を示すベクトル情報が抽出される。具体的には、衛星画像に対してエッジ検出した結果を2値化し、さらに細線化して連結処理をして得られる閉曲線群のうち、矩形等の直線を主体として構成されているものを選択し、各頂点を結ぶベクトル列を得て、これを建造物の外形情報とする。

## 【0129】

また、DEMデータ自動補正手段3によって得られた3次元データ中の誤ったデータを自動的に補正する作業が行われるが、本実施形態においては、上記の建造物外形情報検出手段6によって衛星画像そのものから得られた建造物の外形情報を用いて、本発明の第1の実施例と同様にして、3次元データの補正が行われる。以上の処理動作が本発明の第3の実施例による処理動作である。

## 【0130】

図24は本発明の第4の実施例によるステレオ画像処理装置の構成を示すブロック図である。図24において、本発明の第4の実施例によるステレオ画像処理装置は衛星画像蓄積手段1と、ステレオ処理手段2と、DEMデータ自動補正手段3と、地図データ蓄積手段4と、建造物外形情報検出手段6と、建造物外形情

報比較統合手段 7 とから構成されている。

【 0 1 3 1 】

衛星画像蓄積手段 1 は衛星画像データを蓄積する。ステレオ処理手段 2 は衛星画像蓄積手段 1 から得られる衛星画像データに対してステレオマッチング処理を行い、3次元データを生成する。DEMデータ自動補正手段 3 はステレオ処理手段 2 から得られた 3 次元データ中の雑音や欠損等の誤った補正対象データを、別途建造物外形情報比較統合手段 7 から得られる建造物等の外形情報を用いて自動的に補正する。

【 0 1 3 2 】

地図データ蓄積手段 4 は建造物の外形情報等の地図データを提供する。建造物外形情報検出手段 6 は衛星画像蓄積手段 1 に記憶されている衛星画像を解析し、建造物の外形情報を抽出する。建造物外形情報比較統合手段 7 は地図データ蓄積手段 4 から提供される地図データの建造物の外形情報と、建造物外形情報検出手段 6 によって抽出された建造物の外形情報とを比較して統合する。

【 0 1 3 3 】

本発明の第 4 の実施例における DEMデータ自動補正手段 3 は、建造物外形情報比較統合手段 7 から建造物の外形情報を入力するようにした以外は図 2 に示す本発明の第 1 の実施例における DEMデータ自動補正手段 3 と同様の構成となっているので、その構成についての説明を省略する。

【 0 1 3 4 】

図 2 5 は本発明の第 4 の実施例によるステレオ画像処理装置の動作を示すフローチャートであり、図 2 6 は図 2 4 の DEMデータ自動補正手段 3 の動作を示すフローチャートである。これら図 2 4 ～図 2 6 を参照して本発明の第 4 の実施例によるステレオ画像処理装置の動作について説明する。

【 0 1 3 5 】

まず、衛星画像蓄積手段 1 には衛星から地上の同地点を異なった視点から撮影した複数枚の画像、つまり衛星ステレオ画像が蓄積され（図 2 5 ステップ S 6 1）、それらの衛星ステレオ画像はステレオ処理手段 2 及び建造物外形情報検出手段 6 に与えられる。



## 【 0 1 3 6 】

ステレオ処理手段 2 は得られた衛星ステレオ画像に対し、ステレオマッチング処理を自動的に行い、撮影された地点周辺の地形を示す 3 次元データを生成する（図 2 5 ステップ S 6 2）。本実施例においても、本発明の第 1 の実施例と同様に、ステレオマッチング処理に利用する手法に制限はない。

## 【 0 1 3 7 】

建造物外形情報検出手段 6 は得られた衛星ステレオ画像を解析し、撮影されている建造物について、外形を示すベクトル情報を抽出する（図 2 5 ステップ S 6 3）。具体的に、建造物外形情報検出手段 6 においては画像に対してエッジ検出した結果を 2 値化し、さらに細線化して連結処理を行うことで得られる閉曲線群のうち、矩形等の直線を主体として構成されているものを選択し、建造物の外形情報とする。

## 【 0 1 3 8 】

建造物外形情報比較統合手段 7 は建造物外形情報検出手段 6 で抽出された建造物外形情報を、地図データ蓄積手段 4 に記憶されている地図データ中に含まれる建造物外形情報と比較して統合処理を行う（図 2 5 ステップ S 6 4）。

## 【 0 1 3 9 】

具体的に、地図データと衛星画像の撮影時点とは異なる場合が多く、撮影された新しい建造物に対応する地図データが存在しない場合があるため、地図データ上で建造物が存在しない領域において建造物外形情報抽出手段 6 によって衛星画像から建造物の外形情報が得られた場合、建造物が存在するものとし、逆に衛星画像中から建造物の外形情報が得られない領域について地図データ中から建造物の外形情報が得られた場合には、その領域に建造物は存在しないものとする。地図データ中と衛星画像中との両方で建造物の外形情報が得られている領域は当然ながら建造物があるものとして扱うことができるが、ずれが大きい場合には基本的に地図データ側を優先して利用する。

## 【 0 1 4 0 】

DEMデータ自動補正手段 3 はステレオマッチング処理で得られた 3 次元データに対して、建造物外形情報比較統合手段 7 で統合された建造物の外形情報を用

いて、3次元データ中の誤ったデータを自動的に補正する（図25ステップS65）。

#### 【0141】

DEMデータ自動補正手段3において、位置合わせ手段31は3次元データと建造物外形情報比較統合手段7で統合された建造物の外形情報とを重ね合わせる（図26ステップS71）。

#### 【0142】

領域設定手段32は重ね合わせた各建造物領域毎に、内部に含まれる3次元データを建物候補領域として設定する（図26ステップS72）。領域内ヒストグラム解析手段33は設定された各建物候補領域に対し、その領域内に含まれる3次元データの値についてヒストグラムを得る等の統計的な解析を行う（図26ステップS73）。

#### 【0143】

DEMデータ修正手段34は各領域について、高い頻度を示す値をいくつか選択し、それら選択した点の値を、領域内の3次元データのうち、それら選択した点の近傍の3次元データにおいて最も頻度の高い値に置き換えて3次元データの修正を行う。

#### 【0144】

すなわち、DEMデータ修正手段34は各領域のヒストグラムから頻度の高いいくつかの値をその領域の代表値として選択し（図26ステップS74）、領域内の各画素のうち、代表値から所定の閾値の範囲のDEMデータの値を持つものについて、代表値に対応するラベルを付加する（図26ステップS75）。

#### 【0145】

その後、DEMデータ修正手段34は代表値に関連付けられることなく残った各画素について、近傍の画素に付加されたラベルの分布を調べ、頻度の高いラベルを当該画素のラベルとして選択する（図26ステップS76）。DEMデータ修正手段34は建造物領域中の全ての画素についてラベルが決定されると（図26ステップS77）、各画素の値をラベルに設定されている代表値で置換する（図26ステップS78）。このDEMデータ修正手段34による代表値の置換

処理は上記の図 1 1 ～図 1 5 を用いた説明と同様である。

【0 1 4 6】

上記のように、ステレオ処理手段 2 と DEM データ自動補正手段 3 と建造物外形情報検出手段 6 と建造物外形情報比較統合手段 7 とによって全てコンピュータ上で自動的に 3 次元データが得られるため、オペレータの操作を必要としない。

【0 1 4 7】

また、地図データ中の建造物外形情報と、衛星画像を解析して得た建造物外形情報とを統合して用いるため、地図データに記載される情報が衛星画像と異なる場合でも従来の方法より精度の高い 3 次元データが得られる上に、共通する部分においては地図データを優先するため、衛星画像解析時の誤りの影響を小さくすることができる。

【0 1 4 8】

さらに、本発明の第 4 の実施例による具体的な処理動作について説明する。本発明の第 4 の実施例においても、まず衛星画像蓄積手段 1 において事前に記憶されている上記のような衛星ステレオ画像がステレオ処理手段 2 に与えられ、従来と同様の方法によって、コンピュータ上で自動的にステレオマッチング処理が行われる点は、上述した本発明の第 1 の実施例と同様である。面積相関法によるステレオマッチングを用いて図 6 に示すような 3 次元データの画像を得る点も、上記の本発明の第 1 の実施例と同様である。

【0 1 4 9】

衛星画像蓄積手段 1 に記憶されている衛星ステレオ画像は、さらに建造物外形情報検出手段 6 によって解析され、本発明の第 3 の実施例と同様の方法によって、撮影されている建造物について、その外形を示すベクトル情報が抽出される。

【0 1 5 0】

得られたベクトル情報は地図データ蓄積手段 4 に蓄積されている地図中の建造物形状を示すデータとともに、建造物外形情報比較統合手段 7 に与えられ、建造物の外形情報の統合処理が行われる。

【0 1 5 1】

地図データ作成時点と衛星画像の撮影時点とが異なる場合には、撮影された新

しい建造物に対応する地図データが存在しない、あるいは地図データでは存在する建物が衛星画像撮影時に既に取り壊されて映っていない等、建造物の情報が一致しない場合が多い。通常、作成までに期間を要する地図データよりも新しい衛星画像の入手は比較的容易であると考えられるため、衛星画像の側が新しいものとして以下のような処理を行う。

## 【 0 1 5 2 】

まず、建造物外形情報抽出手段 6 によって画像から得られた建造物の外形情報と、地図データ蓄積手段 4 に蓄積されている地図中の建造物の外形情報とを比較し、近い地点に存在し、面積の差が所定の値より小さくかつ共通部分の割合が所定値より高い建造物の外形情報の組を同一の建物を表すものとして対応付ける。これらについては恒久的にある建物とし、地図データ側を用いて最終的な建造物の外形情報とする。

## 【 0 1 5 3 】

画像から建造物の外形情報が得られているにも関わらず、地図データ中に相当する建造物がない場合には、新規に建築された建造物として選択する。一方、地図データ中に存在するにもかかわらず、相当する建造物が画像中に得られない場合、その領域には建造物が存在しないとする。

## 【 0 1 5 4 】

さらに、DEMデータ自動処理手段 3 によって、上記のような処理で得られた最終的な建造物の外形情報を用いて、本発明の第 1 の実施例と同様にして、3次元データの補正が自動的に行われる。以上が本発明の第 4 の実施例による処理動作である。

## 【 0 1 5 5 】

図 2 7 は本発明の第 5 の実施例によるステレオ画像処理装置の構成を示すブロック図である。図 2 7 において、本発明の第 5 の実施例によるステレオ画像処理装置は衛星画像蓄積手段 1 と、ステレオ処理手段 2 と、DEMデータ自動補正手段 3 と、地図データ蓄積手段 4 と、領域情報抽出手段 5 と、建造物外形情報検出手段 6 と、建造物外形情報比較統合手段 7 とから構成されている。

## 【 0 1 5 6 】

衛星画像蓄積手段 1 は衛星画像データを蓄積する。ステレオ処理手段 2 は衛星画像蓄積手段 1 から得られる衛星画像データに対してステレオマッチング処理を行い、3 次元データを生成する。DEM データ自動補正手段 3 はステレオ処理手段 2 で得られた 3 次元データ中の雑音や欠損等の誤った補正対象データを、別途建造物外形情報比較統合手段 7 から得られる建造物等の外形情報を用いて自動的に補正する。

## 【0157】

地図データ蓄積手段 4 は建造物の外形情報等の地図データを提供する。領域情報抽出手段 5 は道路・線路・河川・海洋等の地図上の土地利用等の領域情報を地図データから抽出する。建造物外形情報検出手段 6 は衛星画像蓄積手段 1 に記憶されている衛星画像を解析し、建造物の外形情報を抽出する。建造物外形情報比較統合手段 7 は地図データ蓄積手段 4 から提供される地図データの建造物の外形情報と、建造物外形情報検出手段 6 で抽出された建造物の外形情報とを比較して統合する。

## 【0158】

本発明の第 5 の実施例における DEM データ自動補正手段 3 は、建造物外形情報比較統合手段 7 から建造物外形情報を入力するようにした以外は図 17 に示す本発明の第 2 の実施例における DEM データ自動補正手段 3 と同様の構成となっているので、その構成についての説明を省略する。

## 【0159】

図 28 は本発明の第 5 の実施例によるステレオ画像処理装置の動作を示すフローチャートであり、図 29 は図 27 の DEM データ自動補正手段 3 の動作を示すフローチャートである。これら図 27 ～図 29 を参照して本発明の第 5 の実施例によるステレオ画像処理装置の動作について説明する。

## 【0160】

まず、衛星画像蓄積手段 1 には衛星から地上の同地点を異なった視点から撮影した複数枚の画像、つまり衛星ステレオ画像が蓄積され（図 28 ステップ S81）、それらの衛星ステレオ画像はステレオ処理手段 2 及び建造物外形情報検出手段 6 に与えられる。

## 【0161】

ステレオ処理手段2は得られた衛星ステレオ画像に対し、ステレオマッチング処理を自動的に行い、撮影された地点周辺の地形を示す3次元データを生成する(図28ステップS82)。本実施例においても、本発明の第1の実施例と同様に、ステレオマッチング処理に利用する手法に制限はない。

## 【0162】

建造物外形情報検出手段6は得られた衛星ステレオ画像を解析し、撮影されている建造物について、外形を示すベクトル情報を抽出する(図28ステップS83)。具体的に、建造物外形情報検出手段6においては画像に対してエッジ検出した結果を2値化し、さらに細線化して連結処理を行うことで得られる閉曲線群のうち、矩形等の直線を主体として構成されているものを選択し、建造物の外形情報とする。

## 【0163】

建造物外形情報比較統合手段7は建造物外形情報検出手段6で抽出された建造物の外形情報を、地図データ蓄積手段4に記憶されている地図データ中に含まれる建造物の外形情報と比較して統合処理を行う(図28ステップS84)。この統合処理については上記の本発明の第4の実施例と同様であるので、その説明については省略する。

## 【0164】

DEMデータ自動補正手段3はステレオマッチング処理で得られた3次元データに対して、領域情報抽出手段5で地図データから抽出される道路・線路・河川・海洋等の地図上の土地利用等の領域情報と建造物外形情報比較統合手段7から得られる統合された建造物の外形情報とを併用して、3次元データ中の誤ったデータを自動的に補正する(図28ステップS85)。

## 【0165】

DEMデータ自動補正手段3において、位置合わせ手段31は3次元データと領域情報抽出手段5で地図データから抽出される道路・線路・河川・海洋等の地図上の土地利用等の領域情報及び建造物外形情報比較統合手段7で統合された建造物の外形情報とを重ね合わせる(図29ステップS91)。

## 【0166】

領域分割手段36は重ね合わせた地図データ中の各建造物領域毎に、内部に含まれる3次元データを建物候補領域として設定するとともに、領域情報抽出手段5から得られる道路・線路・河川・海洋等の領域情報に基づいて3次元データの領域分割を行う（図29ステップS92）。領域分割手段36による領域分割については上記の本発明の第2の実施例と同様であるので、その説明については省略する。

## 【0167】

領域内ヒストグラム解析手段33は領域分割手段36によって設定された各領域に対し、その領域内に含まれる3次元データの値についてヒストグラムを得る等の統計的な解析を行う（図29ステップS93）。修正条件設定手段35は上記の各土地利用の領域情報に対応する3次元データの修正条件を定める（図29ステップS94）。この修正条件設定手段35による3次元データの修正条件の設定は上述した本発明の第2の実施例と同様であるので、その説明については省略する。

## 【0168】

DEMデータ修正手段34は各領域について、修正条件設定手段35において設定された各領域毎の修正条件にしたがって高い頻度を示す値をいくつか選択し、それら選択した点の値を、領域内の3次元データのうち、それら選択した点の近傍の3次元データにおいて最も頻度の高い値に置き換えて3次元データの修正を行う。

## 【0169】

すなわち、DEMデータ修正手段34は各領域について、設定された各領域毎の修正条件にしたがって各領域のヒストグラムから頻度の高いいくつかの値をその領域の代表値として選択し（図29ステップS95）、領域内の各画素のうち、代表値から所定の閾値の範囲のDEMデータの値を持つものについて、代表値に対応するラベルを付加する（図29ステップS96）。

## 【0170】

この後、DEMデータ修正手段34は代表値に関連付けられることなく残った

各画素について、近傍の画素に付加されたラベルの分布を調べ、頻度の高いラベルを当該画素のラベルとして選択する（図 2 9 ステップ S 9 7）。DEM データ修正手段 3 4 は建造物領域中の全ての画素についてラベルが決定されると（図 2 9 ステップ S 9 8）、各画素の値をラベルに設定されている代表値で置換する（図 2 9 ステップ S 9 9）。この DEM データ修正手段 3 4 による代表値の置換処理は上記の図 1 1 ～図 1 5 を用いた説明と同様である。

#### 【0 1 7 1】

上記のように、ステレオ処理手段 2 と DEM データ自動補正手段 3 と領域情報抽出手段 5 と建造物外形情報検出手段 6 と建造物外形情報比較統合手段 7 とによって全てコンピュータ上で自動的に 3 次元データが得られるため、オペレータの操作を必要としない。

#### 【0 1 7 2】

また、上述した本発明の第 4 の実施例と同様に、地図データ中の建造物の外形情報と、衛星画像を解析して得た建造物の外形情報とを統合して用いるため、地図データに記載される情報が衛星画像と異なる場合でも従来の方法より精度の高い 3 次元データが得られる上に、共通する部分においては地図データを優先するため、衛星画像解析時の誤りの影響を小さくすることができる。

#### 【0 1 7 3】

さらに、加えて地図データ中の領域情報に応じた 3 次元データ修正条件を設定し、3 次元データ中に含まれる誤ったデータを補正するため、建造物領域のみならず、他の領域においても従来の方法より精度の高い 3 次元データが得られる。

#### 【0 1 7 4】

図 3 0 は領域情報を含む地図データの一例を示す模式図である。この図 3 0 を参照して本発明の第 5 の実施例による具体的な動作について説明する。本発明の第 5 の実施例においても、まず衛星画像蓄積手段 1 において事前に記憶されている上記のような衛星ステレオ画像がステレオ処理手段 2 に与えられ、従来と同様の方法によってコンピュータ上で自動的にステレオマッチング処理が行われる点は、上述した本発明の第 1 の実施例と同様である。面積相関法によるステレオマッチングを用いて図 6 に示すような 3 次元データの画像を得る点も、上記の本発



明の第 1 の実施例と同様である。

【0 1 7 5】

衛星画像蓄積手段 1 に記憶されている衛星ステレオ画像は、さらに建造物外形情報検出手段 6 によって解析され、上述した本発明の第 3 の実施例と同様の方法によって、撮影されている建造物についてその外形を示すベクトル情報が抽出される。得られたベクトル情報は地図データ蓄積手段 4 に蓄積されている地図中の建造物形状を示すデータとともに建造物外形情報比較統合手段 7 に与えられ、建造物外形情報の統合処理が行われる。この統合処理は上記の本発明の第 4 の実施例における建造物外形情報比較統合手段 7 の動作と同様である。

【0 1 7 6】

また、地図データ蓄積手段 4 に含まれかつ図 3 0 に示すような地図データから、道路、山林、水域等の領域情報が領域情報抽出手段 5 によって抽出され、上記の処理で得られた建造物外形情報とともに DEM データ自動補正手段 3 に与えられ、3 次元データの補正処理が上記の本発明の第 2 の実施例と同様に自動的行われる。以上が本発明の第 5 の実施例による処理動作である。

【0 1 7 7】

図 3 1 は本発明の第 6 の実施例によるステレオ画像処理装置の構成を示すブロック図である。図 3 1 において、本発明の第 6 の実施例によるステレオ画像処理装置は衛星画像蓄積手段 1 と、ステレオ処理手段 2 と、DEM データ自動補正手段 3 と、地図データ蓄積手段 4 と、建造物外形情報検出手段 6 と、建造物外形情報比較統合手段 7 と、DEM データ蓄積手段 8 と、DEM データ比較手段 9 と、地図データ修正手段 1 0 とから構成されている。

【0 1 7 8】

衛星画像蓄積手段 1 は衛星画像データを蓄積する。ステレオ処理手段 2 は衛星画像蓄積手段 1 から得られる衛星画像データに対してステレオマッチング処理を行い、3 次元データを生成する。DEM データ自動補正手段 3 はステレオ処理手段 2 から得られた 3 次元データ中の雑音や欠損等の誤った補正対象データを、別途建造物外形情報比較統合手段 7 から得られる建造物等の外形情報を用いて自動的に補正する。

## 【0179】

地図データ蓄積手段4は建造物の外形等の地図データを提供する。建造物外形情報検出手段6は衛星画像蓄積手段1に記憶されている衛星画像を解析し、建造物の外形情報を抽出する。建造物外形情報比較統合手段7は地図データ蓄積手段4から提供される地図データの建造物の外形情報と、建造物外形情報検出手段6によって抽出された建造物の外形情報とを比較して統合する。

## 【0180】

DEMデータ蓄積手段8はDEMデータ自動補正手段3から出力される修正3次元データを記憶する。DEMデータ比較手段9はDEMデータ蓄積手段8に過去記憶された3次元データと、DEMデータ自動補正手段3から出力される修正3次元データとを比較する。地図データ修正手段10はDEMデータ比較手段9によって得られた過去の3次元データと現在の3次元データとの差分情報を基に、地図データ蓄積手段4に記憶されている地図データを修正する。

## 【0181】

本発明の第6の実施例におけるDEMデータ自動補正手段3は、建造物外形情報比較統合手段7から建造物の外形情報を入力するようにした以外は図2に示す本発明の第1の実施例におけるDEMデータ自動補正手段3と同様の構成となっているので、その構成についての説明を省略する。

## 【0182】

図32は本発明の第6の実施例によるステレオ画像処理装置の動作を示すフローチャートであり、図33は図31のDEMデータ自動補正手段3の動作を示すフローチャートである。これら図31～図32を参照して本発明の第6の実施例によるステレオ画像処理装置の動作について説明する。

## 【0183】

まず、衛星画像蓄積手段1には衛星から地上の同地点を異なった視点から撮影した複数枚の画像、つまり衛星ステレオ画像が蓄積され（図32ステップS101）、それらの衛星ステレオ画像はステレオ処理手段2及び建造物外形情報検出手段6に与えられる。

## 【0184】

ステレオ処理手段 2 は得られた衛星ステレオ画像に対し、ステレオマッチング処理を自動的に行い、撮影された地点周辺の地形を示す 3 次元データを生成する（図 3 2 ステップ S 1 0 2）。本実施例においても、本発明の第 1 の実施例と同様に、ステレオマッチング処理に利用する手法に制限はない。

## 【0 1 8 5】

建造物外形情報検出手段 6 は得られた衛星ステレオ画像を解析し、撮影されている建造物について、外形を示すベクトル情報を抽出する（図 3 2 ステップ S 1 0 3）。具体的に、建造物外形情報検出手段 6 においては画像に対してエッジ検出した結果を 2 値化し、さらに細線化して連結処理を行うことで得られる閉曲線群のうち、矩形等の直線を主体として構成されているものを選択し、建造物の外形情報とする。

## 【0 1 8 6】

建造物外形情報比較統合手段 7 は建造物外形情報検出手段 6 で抽出された建造物の外形情報を、地図データ蓄積手段 4 に記憶されている地図データ中に含まれる建造物の外形情報と比較して統合処理を行う（図 3 2 ステップ S 1 0 4）。具体的に、この統合処理は上記の本発明の第 4 の実施例と同様にして行われる。

## 【0 1 8 7】

DEMデータ自動補正手段 3 はステレオマッチング処理で得られた 3 次元データに対して、建造物外形情報比較統合手段 7 で統合された建造物の外形情報を用いて、3 次元データ中の誤ったデータを自動的に補正する（図 3 6 ステップ S 1 0 5）。

## 【0 1 8 8】

DEMデータ自動補正手段 3 において、位置合わせ手段 3 1 は 3 次元データと建造物外形情報比較統合手段 7 で統合された建造物の外形情報とを重ね合わせる（図 3 3 ステップ S 1 1 1）。

## 【0 1 8 9】

領域設定手段 3 2 は重ね合わせた各建造物領域毎に、内部に含まれる 3 次元データを建物候補領域として設定する（図 3 3 ステップ S 1 1 2）。領域内ヒストグラム解析手段 3 3 は設定された各建物候補領域に対し、その領域内に含まれる

3次元データの値についてヒストグラムを得る等の統計的な解析を行う（図33ステップS113）。

【0190】

DEMデータ修正手段34は各領域について、高い頻度を示す値をいくつか選択し、それら選択した点の値を、領域内の3次元データのうち、それら選択した点の近傍の3次元データにおいて最も頻度の高い値に置き換えて3次元データの修正を行う。

【0191】

すなわち、DEMデータ修正手段34は各領域のヒストグラムから頻度の高いいくつかの値をその領域の代表値として選択し（図33ステップS114）、領域内の各画素のうち、代表値から所定の閾値の範囲のDEMデータの値を持つものについて、代表値に対応するラベルを付加する（図33ステップS115）。

【0192】

その後に、DEMデータ修正手段34は代表値に関連付けられることなく残った各画素について、近傍の画素に付加されたラベルの分布を調べ、頻度の高いラベルを当該画素のラベルとして選択する（図33ステップS116）。DEMデータ修正手段34は建造物領域中の全ての画素についてラベルが決定されると（図33ステップS117）、各画素の値をラベルに設定されている代表値で置換する（図33ステップS118）。このDEMデータ修正手段34による代表値の置換処理は上記の図11～図15を用いた説明と同様である。

【0193】

DEMデータ蓄積手段8は上記のようして得られた3次元データを蓄積し（図32ステップS106）、DEMデータ比較手段9は同一地点に対して別の時点で撮像された衛星画像に対する処理を行う際にその3次元データをDEMデータ蓄積手段8から読出し、新たに得られた3次元データとの比較を行う（図32ステップS107）。

【0194】

具体的には、例えば過去の衛星画像を撮像した時点では存在せず、新たな衛星画像には撮影されている建造物等は建造物外形情報検出手段6によって検知され

、建造物外形情報比較統合手段 7 によって建物として記録され、3 次元データ中には存在するが、地図データには含まれない。

## 【0 1 9 5】

地図データ修正手段 1 0 はこうした状況の変化している領域を調べて得られる差分情報にしたがって、地図データ蓄積手段 4 に記憶される地図データを修正する（図 3 2 ステップ S 1 0 8, S 1 0 9）。

## 【0 1 9 6】

上記のように、ステレオ処理手段 2 と DEM データ自動補正手段 3 と建造物外形情報検出手段 6 と建造物外形情報比較統合手段 7 とによって全てコンピュータ上で自動的に 3 次元データが得られるため、オペレータの操作を必要としない。

## 【0 1 9 7】

また、上記の本発明の第 4 の実施例と同様に、地図データ中の建造物の外形情報と、衛星画像を解析して得た建造物の外形情報とを統合して用いるため、地図データに記載される情報が衛星画像と異なる場合でも従来の方法より精度の高い 3 次元データが得られる上に、共通する部分においては地図データを優先するため、衛星画像解析時の誤りの影響を小さくすることができる。

## 【0 1 9 8】

加えて、過去の 3 次元データ抽出結果との差分情報から地図データを更新する構成としているため、衛星画像の撮像領域について新たな地図データを入手することができない場合にも適用することが可能である上、更新された地図データそのものを地図作成や地理情報システム等に利用することができる。

## 【0 1 9 9】

次に、本発明の第 6 の実施例による具体的な動作について説明する。本発明の第 6 の実施例においても、まず衛星画像蓄積手段 1 において事前に記憶されている上記のような衛星ステレオ画像がステレオ処理手段 2 に与えられ、従来と同様の方法によってコンピュータ上で自動的にステレオマッチング処理が行われる点は、上述した本発明の第 1 の実施例と同様である。面積相関法によるステレオマッチングを用いて図 6 に示すような 3 次元データの画像を得る点も、上記の本発明の第 1 の実施例と同様である。

## 【 0 2 0 0 】

衛星画像蓄積手段 1 に記憶されている衛星ステレオ画像は、さらに建造物外形情報検出手段 6 によって解析され、上記の本発明の第 3 の実施例と同様の方法によって、撮影されている建造物についてその外形を示すベクトル情報が抽出される。得られたベクトル情報は地図データ蓄積手段 4 に蓄積されている地図中の建造物形状を示すデータとともに建造物外形情報比較統合手段 7 に与えられ、建造物外形情報の統合処理が行われる。この統合処理は、上記の本発明の第 4 の実施例における建造物外形情報比較統合手段 7 の動作と同様である。

## 【 0 2 0 1 】

また、DEMデータ自動処理手段 3 によって、上記のような処理で得られた最終的な建造物外形情報を用いて、上述した本発明の第 1 の実施例と同様にして、3次元データの補正が自動的に行われる。DEMデータ蓄積手段 8 は上記の方法で補正を行われた 3次元データを蓄積する。DEMデータ比較手段 9 は同一地点に対して別の時点で撮像された衛星画像に対する処理を行う際に、過去のDEMデータをDEMデータ蓄積手段 8 から読出し、新たに得られた 3次元データとの比較を行う。

## 【 0 2 0 2 】

図 3 4 ～図 3 8 は図 3 1 のDEMデータ比較手段 9 によるDEMデータ比較処理を説明するための図であり、図 3 9 は本発明の第 6 の実施例によって修正された地図データを示す図である。これら図 3 0 及び図 3 4 ～図 3 9 を参照して本発明の第 6 の実施例による地図データの修正処理について説明する。

## 【 0 2 0 3 】

図 3 0 に地図データ蓄積手段 4 に蓄積されている地図データの例を、また図 3 4 にこの地図データに対応する地点周辺を過去のある時点に撮影して得られた衛星ステレオ画像の例を示す。図 3 4 に対して上記の処理によってDEMデータ自動処理手段 3 において得られた図 3 5 に示すようなDEMデータは、DEMデータ蓄積手段 8 において画像撮像日時の情報とともに蓄積されている。

## 【 0 2 0 4 】

これに対し、同地点周辺を新たに撮影して得られた衛星ステレオ画像例を図 3

6に示す。以前の撮影時点では存在せず、図34中には撮像されていない新たな建造物が、図36中には建造物h, iとして撮像されている。この衛星ステレオ画像を衛星画像蓄積手段1に記憶して、図34に示すような過去の衛星画像と同様に上記の方法で3次元データを算出し、自動的に補正を行うと、DEMデータ自動補正手段3の出力として、図37に示すようなDEMデータが新たに得られる。

#### 【0205】

得られたDEMデータはDEMデータ蓄積手段8において衛星画像の撮影時点情報とともに記憶され、DEMデータ比較手段9に与えられる。DEMデータ比較手段9は過去にDEMデータ蓄積手段8に記憶されている図35にのような過去の同一地点におけるDEMデータを読み出し、図37に示すような新たに得られたDEMデータと重ね合わせて差分データを求める。

#### 【0206】

例えば、図35及び図37の各DEMデータの差分を求めると、図38のような差分データが得られる。両方の衛星画像に撮像されている建造物については、それぞれのDEMデータ中で同様の高さ情報が得られるため、差分をとるとほぼ0に近い値となるが、過去の画像中に存在しなかった建造物は図38に示す建造物hのように差分値をもつ領域として得られる。

#### 【0207】

同様に、過去の画像に存在したが取り壊される等して失われた建物や、改築され形状や高さの変化した建造物についても対応する差分領域が得られる。得られた差分領域から2値化・輪郭抽出を行うことによって、変化した建造物についての輪郭情報が得られる。以上がDEMデータ比較手段9によって行われるDEMデータ比較処理の詳細である。

#### 【0208】

地図データ修正手段10は上記のDEMデータ比較手段9によるDEMデータ比較処理で得られる差分情報にしたがって、地図データ蓄積手段4に記憶されている地図データを修正する。図38に示す建造物hから得られた建造物輪郭情報を元に図30の地図データを修正した結果を図39に示す。図39において、建

造物hが地図データ修正手段10によって追加された部分である。以上が本発明の第6の実施例による処理動作である。

【0209】

図40は本発明の第7の実施例によるステレオ画像処理装置の構成を示すブロック図である。図40において、本発明の第7の実施例によるステレオ画像処理装置は衛星画像蓄積手段1と、ステレオ処理手段2と、DEMデータ自動補正手段3と、地図データ蓄積手段4と、領域情報抽出手段5と、建造物外形情報検出手段6と、建造物外形情報比較統合手段7と、DEMデータ蓄積手段8と、DEMデータ比較手段9と、地図データ修正手段10とから構成されている。

【0210】

衛星画像蓄積手段1は衛星画像データを蓄積する。ステレオ処理手段2は衛星画像蓄積手段1から得られる衛星画像データに対してステレオマッチング処理を行い、3次元データを生成する。DEMデータ自動補正手段3はステレオ処理手段2で得られた3次元データ中の雑音や欠損等の誤った補正対象データを、別途建造物外形情報比較統合手段7から得られる建造物等の外形情報を用いて自動的に補正する。

【0211】

地図データ蓄積手段4は建造物の外形等の地図データを提供する。領域情報抽出手段5は道路・線路・河川・海洋等の地図上の土地利用等の領域情報を地図データから抽出する。建造物外形情報検出手段6は衛星画像蓄積手段1に記憶されている衛星画像を解析し、建造物の外形情報を抽出する。建造物外形情報比較統合手段7は地図データ蓄積手段4から提供される地図データの建造物の外形情報と、建造物外形情報検出手段6で抽出された建造物の外形情報とを比較して統合する。

【0212】

DEMデータ蓄積手段8はDEMデータ自動補正手段3から出力される修正3次元データを記憶する。DEMデータ比較手段9はDEMデータ蓄積手段8に過去に記憶された3次元データと、DEMデータ自動補正手段3から出力される修正3次元データとを比較する。地図データ修正手段10はDEMデータ比較手段



9によって得られた過去の3次元データと現在の3次元データとの差分情報を基に、地図データ蓄積手段4に記憶されている地図データを修正する。

【0213】

本発明の第7の実施例におけるDEMデータ自動補正手段3は、建造物外形情報比較統合手段7から建造物外形情報を入力するようにした以外は図17に示す本発明の第2の実施例におけるDEMデータ自動補正手段3と同様の構成となっているので、その構成についての説明を省略する。

【0214】

図41は本発明の第7の実施例によるステレオ画像処理装置の動作を示すフローチャートであり、図42は図40のDEMデータ自動補正手段3の動作を示すフローチャートである。これら図40～図42を参照して本発明の第7の実施例によるステレオ画像処理装置の動作について説明する。

【0215】

まず、衛星画像蓄積手段1には衛星から地上の同地点を異なった視点から撮影した複数枚の画像、つまり衛星ステレオ画像が蓄積され（図41ステップS121）、それらの衛星ステレオ画像はステレオ処理手段2及び建造物外形情報検出手段6に与えられる。

【0216】

ステレオ処理手段2は得られた衛星ステレオ画像に対し、ステレオマッチング処理を自動的に行い、撮影された地点周辺の地形を示す3次元データを生成する（図41ステップS122）。本実施例においても、本発明の第1の実施例と同様に、ステレオマッチング処理に利用する手法に制限はない。

【0217】

建造物外形情報検出手段6は得られた衛星ステレオ画像を解析し、撮影されている建造物について、外形を示すベクトル情報を抽出する（図41ステップS123）。具体的に、建造物外形情報検出手段6においては画像に対してエッジ検出した結果を2値化し、さらに細線化して連結処理を行うことで得られる閉曲線群のうち、矩形等の直線を主体として構成されているものを選択し、建造物の外形情報とする。

## 【0218】

建造物外形情報比較統合手段7は建造物外形情報検出手段6で抽出された建造物の外形情報を、地図データ蓄積手段4に記憶されている地図データ中に含まれる建造物の外形情報と比較して統合処理を行う（図41ステップS124）。この統合処理については上記の本発明の第4の実施例と同様であるので、その説明については省略する。

## 【0219】

DEMデータ自動補正手段3はステレオマッチング処理で得られた3次元データに対して、領域情報抽出手段5で地図データから抽出される道路・線路・河川・海洋等の地図上の土地利用等の領域情報と建造物外形情報比較統合手段7から得られる統合された建造物の外形情報とを併用して、3次元データ中の誤ったデータを自動的に補正する（図41ステップS125）。

## 【0220】

DEMデータ自動補正手段3において、位置合わせ手段31は3次元データと領域情報抽出手段5で地図データから抽出される道路・線路・河川・海洋等の地図上の土地利用等の領域情報及び建造物外形情報比較統合手段7で統合された建造物の外形情報とを重ね合わせる（図42ステップS131）。

## 【0221】

領域分割手段36は重ね合わせた地図データ中の各建造物領域毎に、内部に含まれる3次元データを建物候補領域として設定するとともに、領域情報抽出手段5から得られる道路・線路・河川・海洋等の領域情報に基づいて3次元データの領域分割を行う（図42ステップS132）。領域分割手段36による領域分割については上記の本発明の第2の実施例と同様であるので、その説明については省略する。

## 【0222】

領域内ヒストグラム解析手段33は領域分割手段36によって設定された各領域に対し、その領域内に含まれる3次元データの値についてヒストグラムを得る等の統計的な解析を行う（図42ステップS133）。修正条件設定手段35は上記の各土地利用の領域情報に対応する3次元データの修正条件を定める（図4

2ステップS134)。この修正条件設定手段35による3次元データの修正条件の設定は上述した本発明の第2の実施例と同様であるので、その説明については省略する。

#### 【0223】

DEMデータ修正手段34は各領域について、修正条件設定手段35において設定された各領域毎の修正条件にしたがって高い頻度を示す値をいくつか選択し、それら選択した点の値を、領域内の3次元データのうち、それら選択した点の近傍の3次元データにおいて最も頻度の高い値に置き換えて3次元データの修正を行う。

#### 【0224】

すなわち、DEMデータ修正手段34は各領域について、設定された各領域毎の修正条件にしたがって各領域のヒストグラムから頻度の高いいくつかの値をその領域の代表値として選択し（図42ステップS135）、領域内の各画素のうち、代表値から所定の閾値の範囲のDEMデータの値を持つものについて、代表値に対応するラベルを付加する（図42ステップS136）。

#### 【0225】

この後、DEMデータ修正手段34は代表値に関連付けられることなく残った各画素について、近傍の画素に付加されたラベルの分布を調べ、頻度の高いラベルを当該画素のラベルとして選択する（図42ステップS137）。DEMデータ修正手段34は建造物領域中の全ての画素についてラベルが決定されると（図42ステップS138）、各画素の値をラベルに設定されている代表値で置換する（図42ステップS139）。このDEMデータ修正手段34による代表値の置換処理は上記の図11～図15を用いた説明と同様である。

#### 【0226】

DEMデータ蓄積手段8は上記のようにして得られた3次元データを蓄積し（図41ステップS126）、DEMデータ比較手段9は同一地点に対して別の時点で撮像された衛星画像に対する処理を行う際にその3次元データをDEMデータ蓄積手段8から読出し、新たに得られた3次元データとの比較を行う（図41ステップS127）。

## 【 0 2 2 7 】

具体的には、例えば過去の衛星画像を撮像した時点では存在せず、新たな衛星画像には撮影されている建造物等は建造物外形情報検出手段 6 によって検知され、建造物外形情報比較統合手段 7 によって建物として記録され、3 次元データ中には存在するが、地図データには含まれない。

## 【 0 2 2 8 】

地図データ修正手段 10 はこうした状況の変化している領域を調べて得られる差分情報にしたがって、地図データ蓄積手段 4 に記憶される地図データを修正する（図 4 1 ステップ S 1 2 8, S 1 2 9）。

## 【 0 2 2 9 】

上記のように、ステレオ処理手段 2 と DEM データ自動補正手段 3 と建造物外形情報検出手段 6 と建造物外形情報比較統合手段 7 とによって全てコンピュータ上で自動的に 3 次元データが得られるため、オペレータの操作を必要としない。

## 【 0 2 3 0 】

また、上記の本発明の第 4 の実施例と同様に、地図データ中の建造物の外形情報と、衛星画像を解析して得た建造物の外形情報とを統合して用いるため、地図データに記載される情報が衛星画像と異なる場合でも従来の方法より精度の高い 3 次元データが得られる上に、共通する部分においては地図データを優先するため、衛星画像解析時の誤りの影響を小さくすることができる。

## 【 0 2 3 1 】

さらに、地図データ中の領域情報に応じた 3 次元データ修正条件を設定し、3 次元データ中に含まれる誤ったデータを補正するため、建造物領域のみならず、他の領域においても従来の方法より精度の高い 3 次元データが得られる。加えて、過去の 3 次元データ抽出結果との差分情報から地図データを更新する構成としているため、衛星画像の撮像領域について新たな地図データを入手することができない場合にも適用が可能である上、更新された地図データそのものを地図作成や地理情報システム等に利用することができる。

## 【 0 2 3 2 】

次に、本発明の第 7 の実施例による具体的な動作について説明する。本発明の

第7の実施例においても、まず衛星画像蓄積手段1において事前に記憶されている上記のような衛星ステレオ画像がステレオ処理手段2に与えられ、従来と同様の方法によってコンピュータ上で自動的にステレオマッチング処理が行われる点は、上述した本発明の第1の実施例と同様である。面積相関法によるステレオマッチングを用いて図6に示すような3次元データの画像を得る点も、上記の本発明の第1の実施例と同様である。

## 【0233】

衛星画像蓄積手段1に記憶されている衛星ステレオ画像は、さらに建造物外形情報検出手段6によって解析され、上記の本発明の第3の実施例と同様の方法によって、撮影されている建造物についてその外形を示すベクトル情報が抽出される。得られたベクトル情報は地図データ蓄積手段4に蓄積されている地図中の建造物形状を示すデータとともに建造物外形情報比較統合手段7に与えられ、建造物外形情報の統合処理が行われる。この統合処理は、上記の本発明の第4の実施例における建造物外形情報比較統合手段7の動作と同様である。

## 【0234】

また、地図データ蓄積手段4に含まれる、図20に示すような地図データから道路、山林、水域等の領域情報を領域情報抽出手段5によって抽出し、上記の処理で得られた建造物外形情報とともにDEMデータ自動補正手段3に与えられ、3次元データの補正処理が、上述した本発明の第2の実施例と同様にして自動的に行われる。

## 【0235】

DEMデータ蓄積手段8は上記の方法で補正が行われた3次元データを蓄積する。DEMデータ比較手段9は、上述した本発明の第6の実施例と同様の方法によって、同一地点に対して別の時点で撮像された衛星画像に対する処理を行う際に、過去のDEMデータをDEMデータ蓄積手段8から読出し、新たに得られた3次元データとの比較を行う。

## 【0236】

地図データ修正手段10は上記のDEMデータ比較手段9でのDEMデータ比較処理によって得られる差分情報にしたがって、地図データ蓄積手段4に記憶さ

れる地図データを、上述した本発明の第 6 の実施例と同様の方法によって修正する。以上が本発明の第 7 の実施例による処理動作である。

#### 【 0 2 3 7 】

図 4 3 は本発明の第 8 の実施例によるステレオ画像処理装置の構成を示すブロック図である。図 4 3 において、本発明の第 8 の実施例によるステレオ画像処理装置は入力装置 1 1 と、データ処理装置 1 2 と、記憶装置 1 3 と、記録媒体 1 4 と、出力装置 1 5 とから構成されている。

#### 【 0 2 3 8 】

記録媒体 1 4 には上述したステレオ画像処理装置を実現するためのプログラムが記録されている。尚、記録媒体 1 4 としては磁気ディスク、半導体メモリ、CD-ROM その他の記録媒体が使用可能である。

#### 【 0 2 3 9 】

上記のステレオ画像処理装置を実現するためのプログラムは記録媒体 1 4 からデータ処理装置 1 2 に読込まれ、データ処理装置 1 2 の動作を制御し、記憶装置 1 3 に衛星画像蓄積手段 1 及び地図データ蓄積手段 4 の領域を確保し、データ処理装置 1 2 に、少なくとも本発明の第 1 ～第 5 の実施例における DEM データ自動補正手段を生成させ、その動作を制御する。データ処理装置 1 2 はステレオ画像処理装置を実現するためのプログラムの制御によって本発明の第 1 ～第 5 の実施例によるステレオ画像処理装置による処理と同一の処理を実行する。また、上記のステレオ画像処理装置を実現するためのプログラムは記録媒体 1 4 からデータ処理装置 1 2 に読込まれ、データ処理装置 1 2 の動作を制御し、記憶装置 1 3 に衛星画像蓄積手段 1 と地図データ蓄積手段 4 と DEM データ蓄積手段 8 との領域を確保し、データ処理装置 1 2 に、少なくとも本発明の第 6 及び第 7 の実施例における DEM データ自動補正手段を生成させ、その動作を制御する。データ処理装置 1 2 はステレオ画像処理装置を実現するためのプログラムの制御によって本発明の第 6 及び第 7 の実施例によるステレオ画像処理装置による処理と同一の処理を実行する。

#### 【 0 2 4 0 】

上述した本発明の第 1 ～第 8 の実施例の説明では衛星画像を用いた処理動作に

ついて説明したが、これに限らず航空写真から得られるステレオ画像対を用いても、本発明の第1～第8の実施例と同様にして処理することが可能である。その場合、通常ある方向に定速で飛行中の航空機によって画像間で重畳領域が得られるように地上を連続して撮影し、それぞれの重畳領域をステレオ画像と見なして衛星画像蓄積手段1に記憶する。

## 【0241】

しかしながら、ラインセンサを用いて撮像範囲に対して高高度から撮像される衛星画像と異なり、航空写真は比較的低い高度からカメラで撮影して得られる銀塩写真を元にスキャナ等の装置によって電子化されて得られるため、撮影時の誤差、レンズ収差や中心投影による歪み、及びデジタル化する際の誤差等を含む。

## 【0242】

カメラレンズ歪みについては通常、単独の航空写真において、撮影時のカメラレンズについてのパラメータを元に補正を行ったデータが得られるが、その他の歪みによって地図位置合せ時に不整合が発生するため、画像に対して地図データで使用している座標系へ変換を行い、幾何学的な補正を行う必要がある。

## 【0243】

本発明においてはDEMデータ自動補正手段3中に含まれる位置合わせ手段31において、画像及び地図データの同座標を示す点に対応するように重ね合わせを行うが、衛星画像に代わって航空写真を用いる場合には、まず航空写真を地図データで用いる座標系に変換するため、画像及び地図データのそれぞれから対応するGCP (Ground Control Point) と呼ばれる基準点を手動で複数選択する。

## 【0244】

これは道路の交差点や水域の合流点等の目視による座標の同定が容易な点を選ばれ、これらの対応情報を元に、アフィン変換、あるいは2次以上の多項式変換等の幾何変換係数が最小自乗法等によって求められ、得られた係数に基づき航空写真及びDEMデータ画像を変換して地図データに対応させる。

## 【0245】

上記のように位置合わせ手段 3 1 の動作を変更することによって、航空写真に対しても本発明の第 1 ～ 第 8 の実施例各々と同様の方法によって本発明による処理動作を実現することができる。

## 【 0 2 4 6 】

このように、ステレオ処理によって得られた 3 次元データの補正処理を含め、全ての処理をコンピュータ上で自動的に行うことによって、衛星ステレオ画像または航空ステレオ画像からオペレータの介入を要せずに、精度の高い 3 次元データが得られる。

## 【 0 2 4 7 】

また、地図データあるいは衛星画像から解析して得た建造物外形情報を用いて 3 次元データの補正を行うことによって、都市部の建造物等の複雑な対象に対しても十分な精度の 3 次元データが得られる。

## 【 0 2 4 8 】

さらに、地図データに含まれる土地利用との領域情報を用いて、各領域に対応して条件を変更しつつ 3 次元データの補正を行うことによって、建造物では無い領域においても、従来の方法に比べて精度の高い 3 次元データが得られる。

## 【 0 2 4 9 】

さらにまた、衛星画像から解析して得た建造物外形情報を用いて 3 次元データの補正を行うことによって、地図データが得られない地域の画像についても、従来の方法よりも精度の高い 3 次元データが得られる。

## 【 0 2 5 0 】

上記の方法によって過去に得られた 3 次元データと新しい 3 次元データとを比較し、それらの差分情報を抽出して地図データに反映させる構成をとることによって、衛星画像の撮像領域について地図データを更新し、地図作成や地理情報システム等に利用することができる。

## 【 0 2 5 1 】

## 【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、衛星画像データを蓄積する衛星画像蓄積手段から得られる衛星画像データに対してステレオマッチング処理を行って 3 次



元データを生成し、少なくとも建造物の外形情報を含む地図データを蓄積する地図データ蓄積手段の地図データから得られる少なくとも建造物の外形情報を用いてその3次元データ中の少なくとも雑音や欠損を含む誤った補正対象データを自動的に補正することによって、衛星ステレオ画像や航空ステレオ画像からオペレータを介さずに自動的にかつ都市部の建造物等の複雑な対象に対しても十分な精度の3次元データを得ることができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施例によるステレオ画像処理装置の構成を示すブロック図である。

【図2】

図1のDEMデータ自動補正手段の構成を示すブロック図である。

【図3】

本発明の第1の実施例によるステレオ画像処理装置の動作を示すフローチャートである。

【図4】

図1のDEMデータ自動補正手段の動作を示すフローチャートである。

【図5】

本発明の第1の実施例で用いる衛星画像の一例を示す模式図である。

【図6】

本発明の第1の実施例によって得られる3次元データ画像の一例を示す模式図である。

【図7】

本発明の第1の実施例で用いる地図データの一例を示す模式図である。

【図8】

図2の領域設定手段によって設定された3次元データ領域の一例を示す模式図である。

【図9】

図2の領域内ヒストグラム解析手段によって得られた3次元データの分布を表

すヒストグラムの一例を示す模式図である。

【図 1 0】

図 2 の D E M データ修正手段によって補正された 3 次元データ領域の一例を示す模式図である。

【図 1 1】

図 2 の D E M データ修正手段による修正動作を説明するための図である。

【図 1 2】

図 2 の D E M データ修正手段による修正動作を説明するための図である。

【図 1 3】

図 2 の D E M データ修正手段による修正動作を説明するための図である。

【図 1 4】

図 2 の D E M データ修正手段による修正動作を説明するための図である。

【図 1 5】

図 2 の D E M データ修正手段による修正動作を説明するための図である。

【図 1 6】

本発明の第 2 の実施例によるステレオ画像処理装置の構成を示すブロック図である。

【図 1 7】

図 1 6 の D E M データ自動補正手段の構成を示すブロック図である。

【図 1 8】

本発明の第 2 の実施例によるステレオ画像処理装置の動作を示すフローチャートである。

【図 1 9】

図 1 6 の D E M データ自動補正手段の動作を示すフローチャートである。

【図 2 0】

領域情報を含む地図データの一例を示す模式図である。

【図 2 1】

本発明の第 3 の実施例によるステレオ画像処理装置の構成を示すブロック図である。

【図 2 2】

本発明の第 3 の実施例によるステレオ画像処理装置の動作を示すフローチャートである。

【図 2 3】

図 2 1 の DEM データ自動補正手段の動作を示すフローチャートである。

【図 2 4】

本発明の第 4 の実施例によるステレオ画像処理装置の構成を示すブロック図である。

【図 2 5】

本発明の第 4 の実施例によるステレオ画像処理装置の動作を示すフローチャートである。

【図 2 6】

図 2 4 の DEM データ自動補正手段の動作を示すフローチャートである。

【図 2 7】

本発明の第 5 の実施例によるステレオ画像処理装置の構成を示すブロック図である。

【図 2 8】

本発明の第 5 の実施例によるステレオ画像処理装置の動作を示すフローチャートである。

【図 2 9】

図 2 7 の DEM データ自動補正手段の動作を示すフローチャートである。

【図 3 0】

領域情報を含む地図データの一例を示す模式図である。

【図 3 1】

本発明の第 6 の実施例によるステレオ画像処理装置の構成を示すブロック図である。

【図 3 2】

本発明の第 6 の実施例によるステレオ画像処理装置の動作を示すフローチャートである。

【図 3 3】

図 3 1 の D E M データ自動補正手段の動作を示すフローチャートである。

【図 3 4】

図 3 1 の D E M データ比較手段による D E M データ比較処理を説明するための図である。

【図 3 5】

図 3 1 の D E M データ比較手段による D E M データ比較処理を説明するための図である。

【図 3 6】

図 3 1 の D E M データ比較手段による D E M データ比較処理を説明するための図である。

【図 3 7】

図 3 1 の D E M データ比較手段による D E M データ比較処理を説明するための図である。

【図 3 8】

図 3 1 の D E M データ比較手段による D E M データ比較処理を説明するための図である。

【図 3 9】

本発明の第 6 の実施例によって修正された地図データを示す図である。

【図 4 0】

本発明の第 7 の実施例によるステレオ画像処理装置の構成を示すブロック図である。

【図 4 1】

本発明の第 7 の実施例によるステレオ画像処理装置の動作を示すフローチャートである。

【図 4 2】

図 4 0 の D E M データ自動補正手段の動作を示すフローチャートである。

【図 4 3】

本発明の第 8 の実施例によるステレオ画像処理装置の構成を示すブロック図で

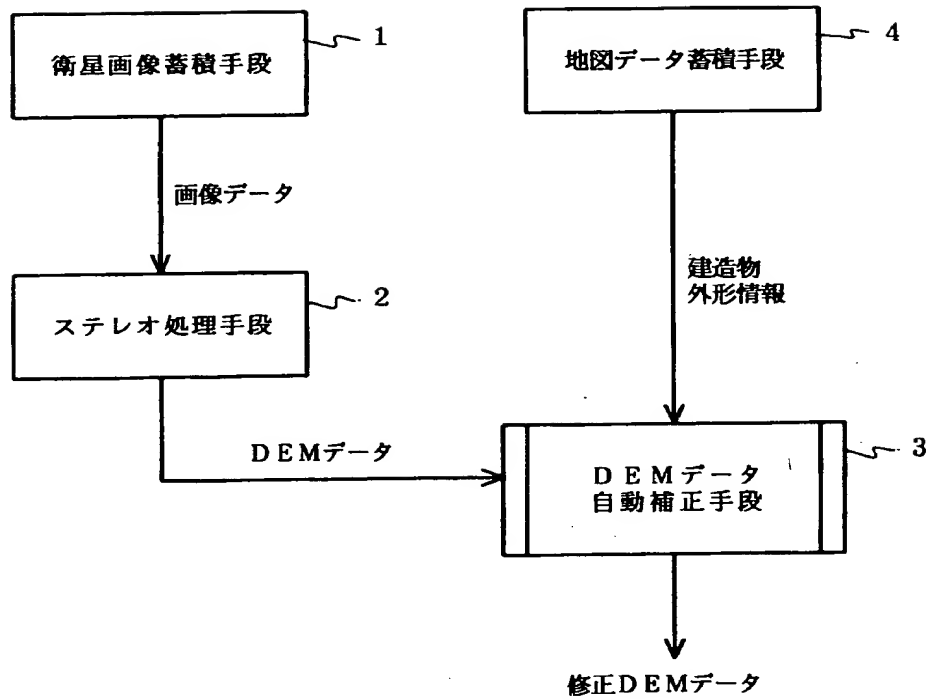
ある。

【符号の説明】

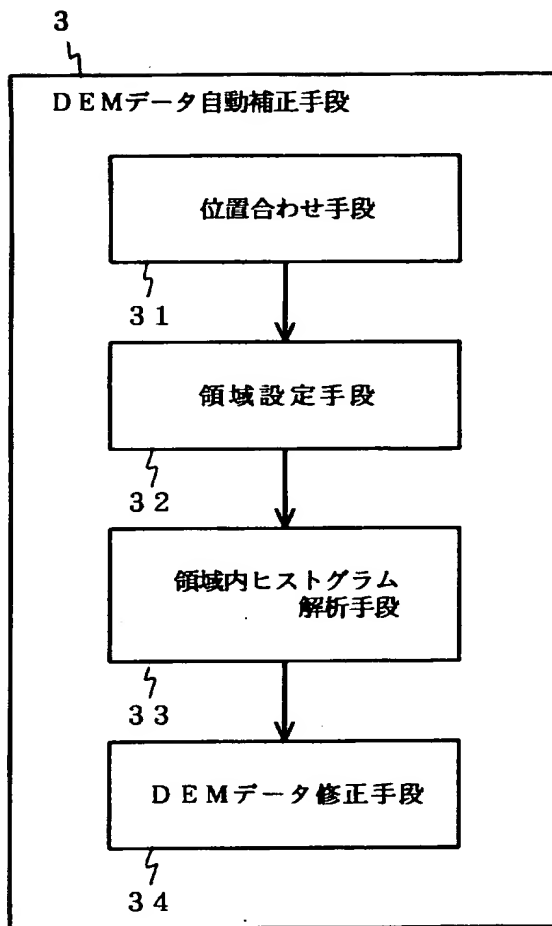
- 1 衛星画像蓄積手段
- 2 ステレオ処理手段
- 3 DEMデータ自動補正手段
- 4 地図データ蓄積手段
- 5 領域情報抽出手段
- 6 建造物外形情報検出手段
- 7 建造物外形情報比較統合手段
- 8 DEMデータ蓄積手段
- 9 DEMデータ比較手段
- 10 地図データ修正手段
- 11 画像処理部
- 12 ROM
- 31 位置合わせ手段
- 32 領域設定手段
- 33 領域内ヒストグラム解析手段
- 34 DEMデータ修正手段
- 35 修正条件設定手段
- 36 領域分割手段

【書類名】 図面

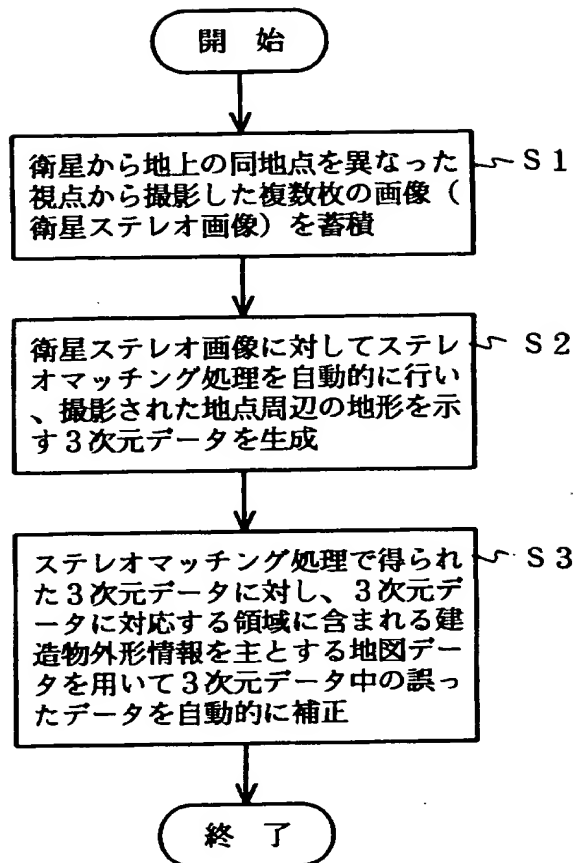
【図 1】



【図 2】

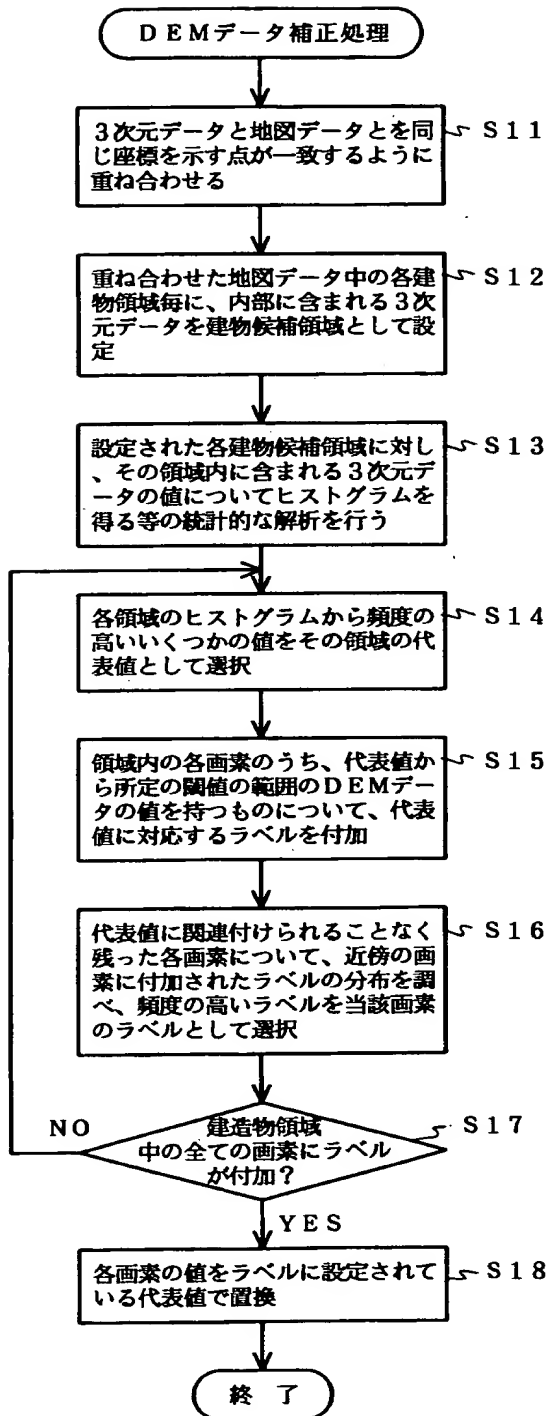


【図 3】

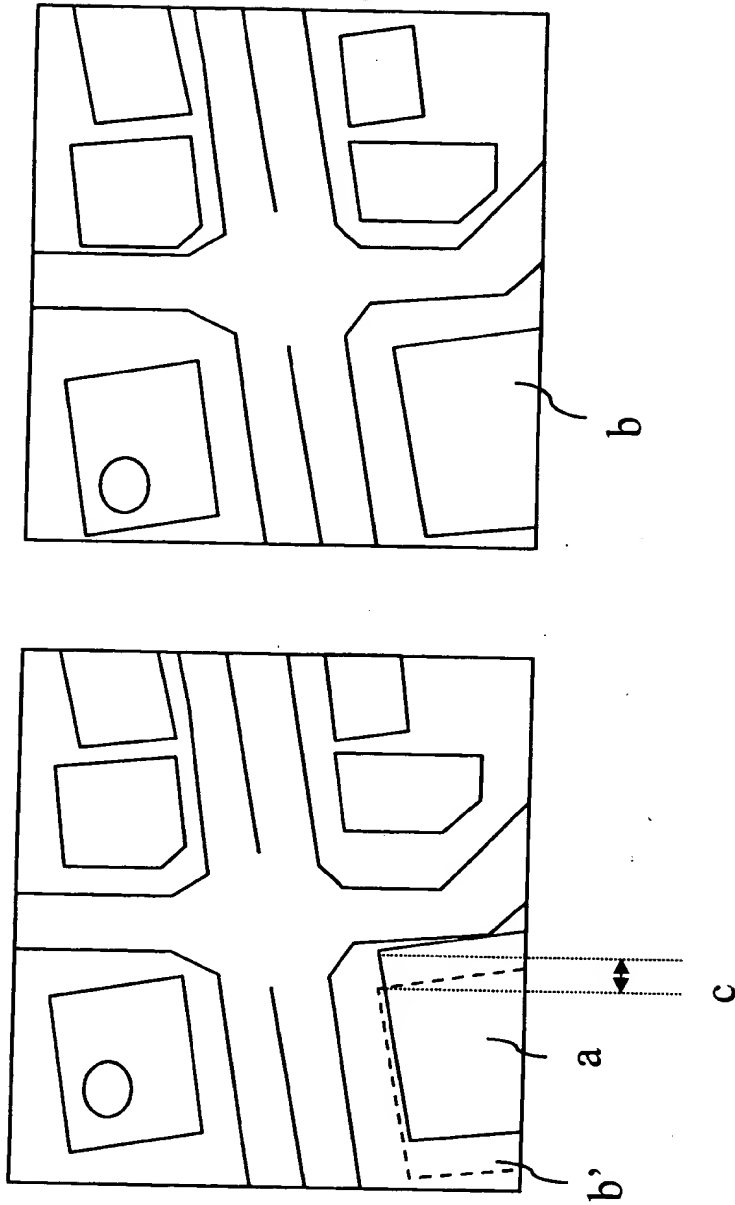




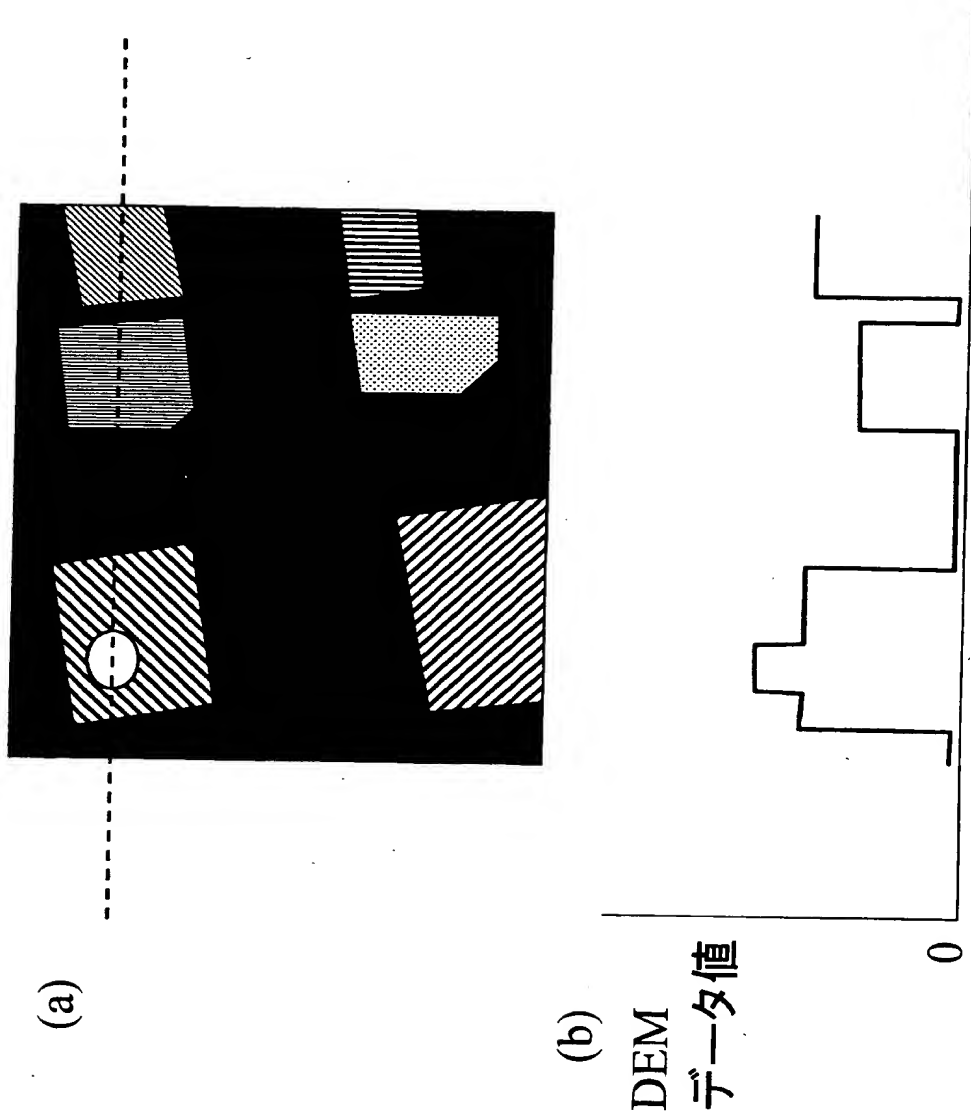
【図 4.】



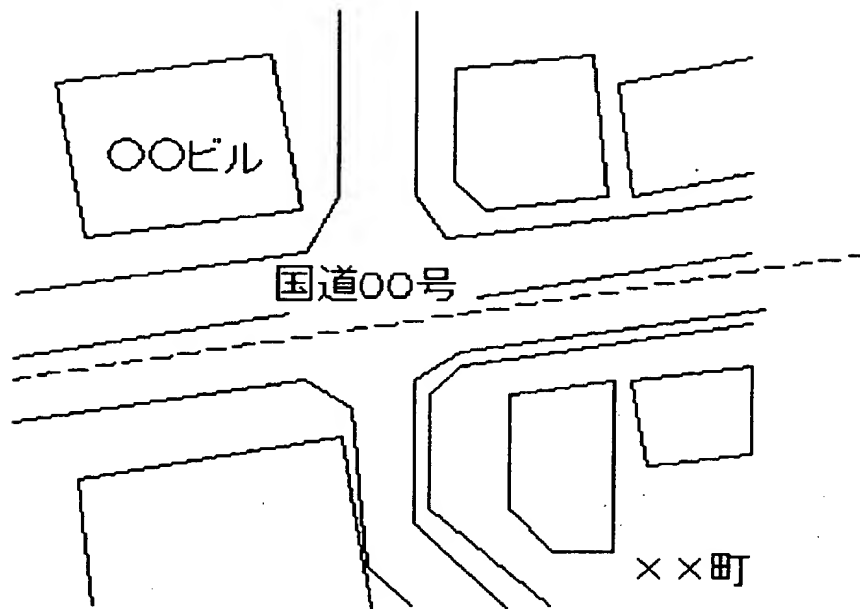
【図 5】



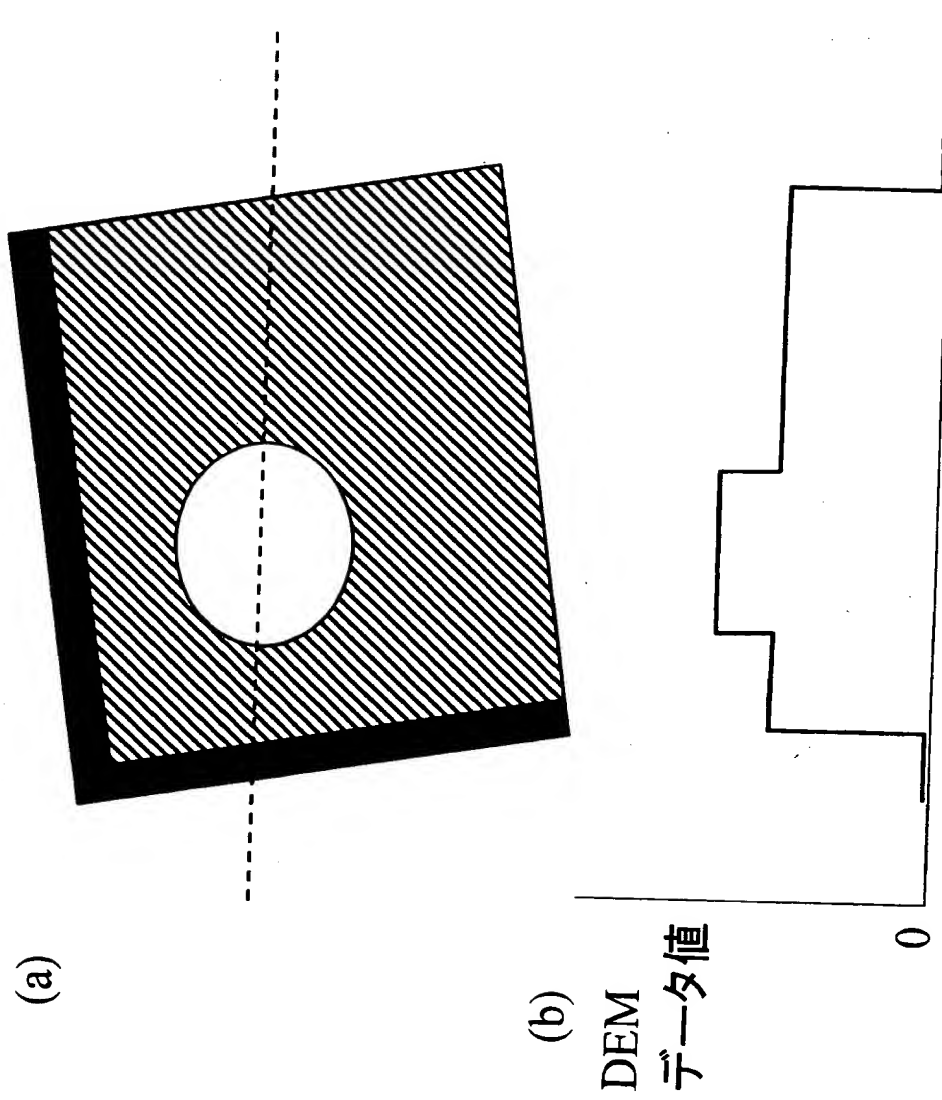
【図 6】



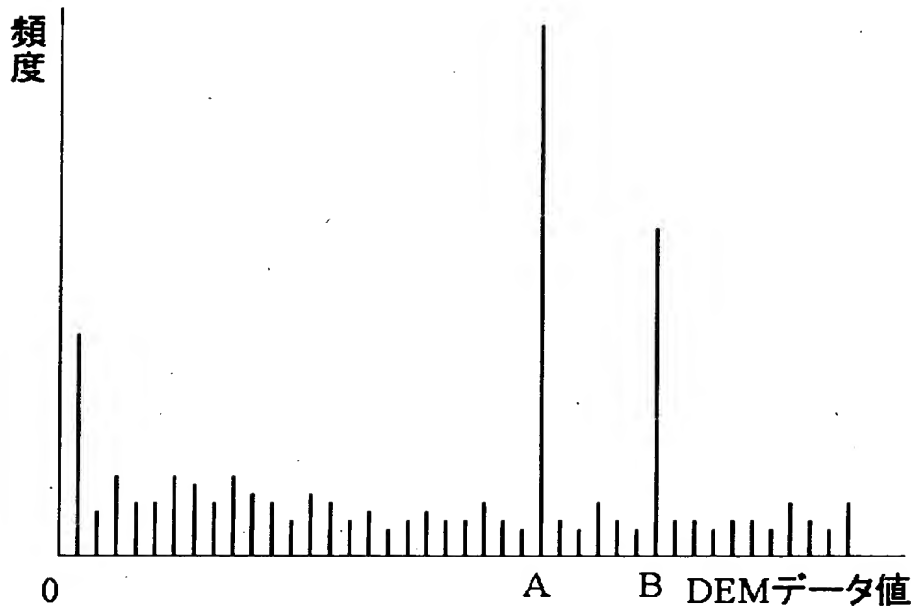
【図7】



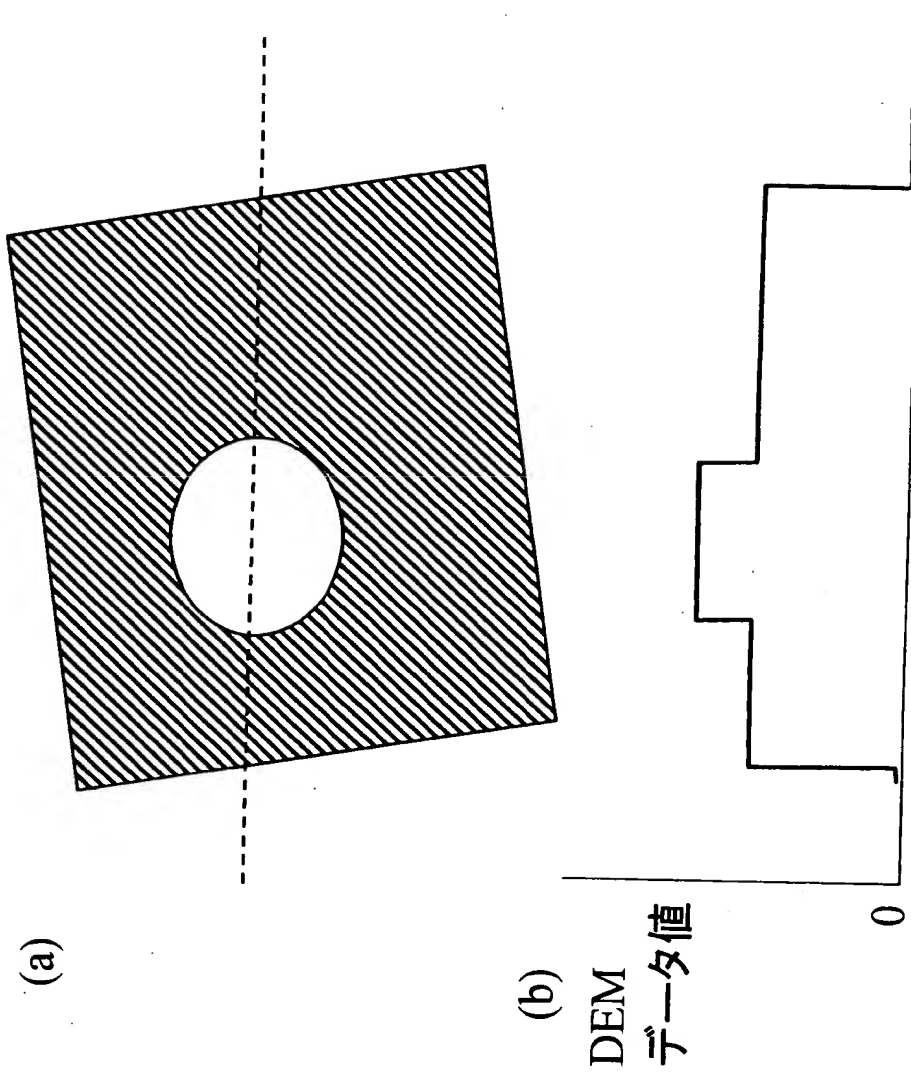
【図 8】



【図 9】



【図 1 0】

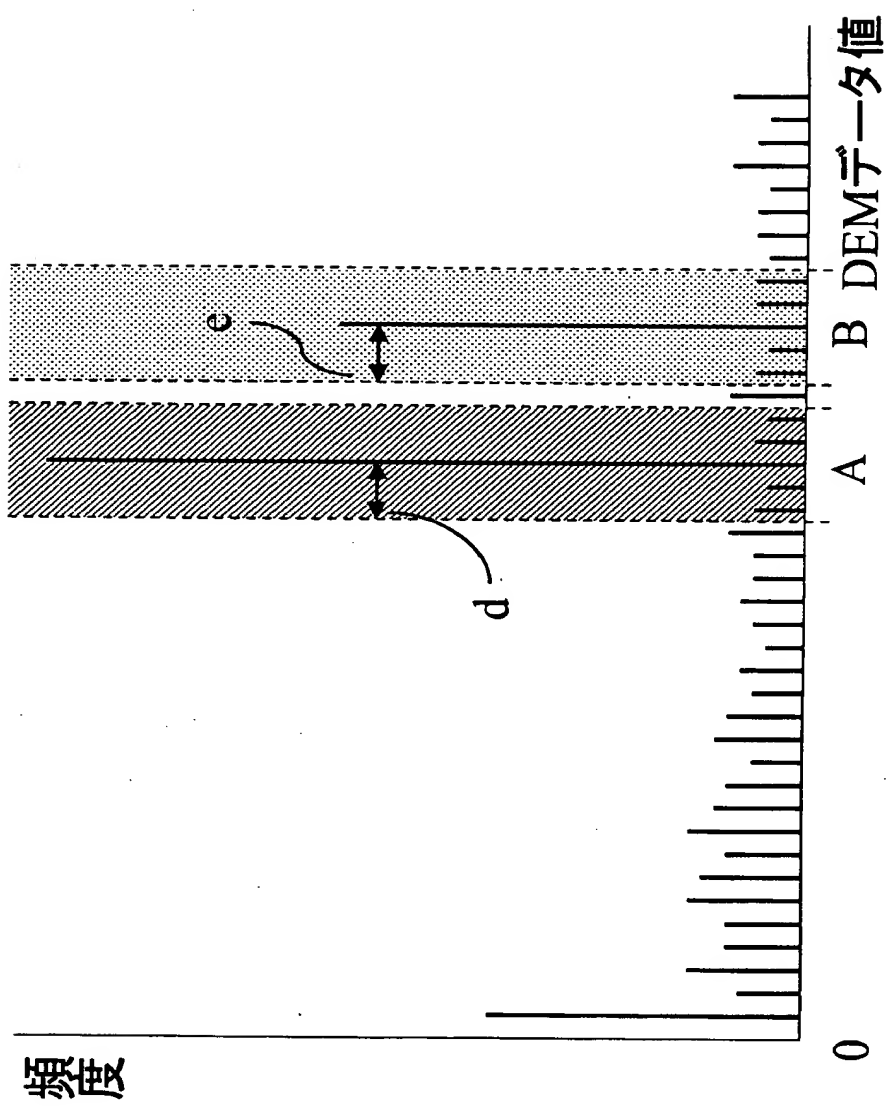


【図11】

1	1	1	1	1	1	1	4	4	5	5	5	5	5
1	1	1	1	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5
1	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	6	6	6
4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	6	8	8	8
4	5	5	5	5	5	5	5	5	6	7	8	8	8
5	5	5	5	5	5	5	5	6	7	8	8	8	8
5	5	5	5	5	5	5	6	7	8	8	8	8	8
5	5	5	5	5	5	5	6	8	8	8	8	8	8



【図 1 2】



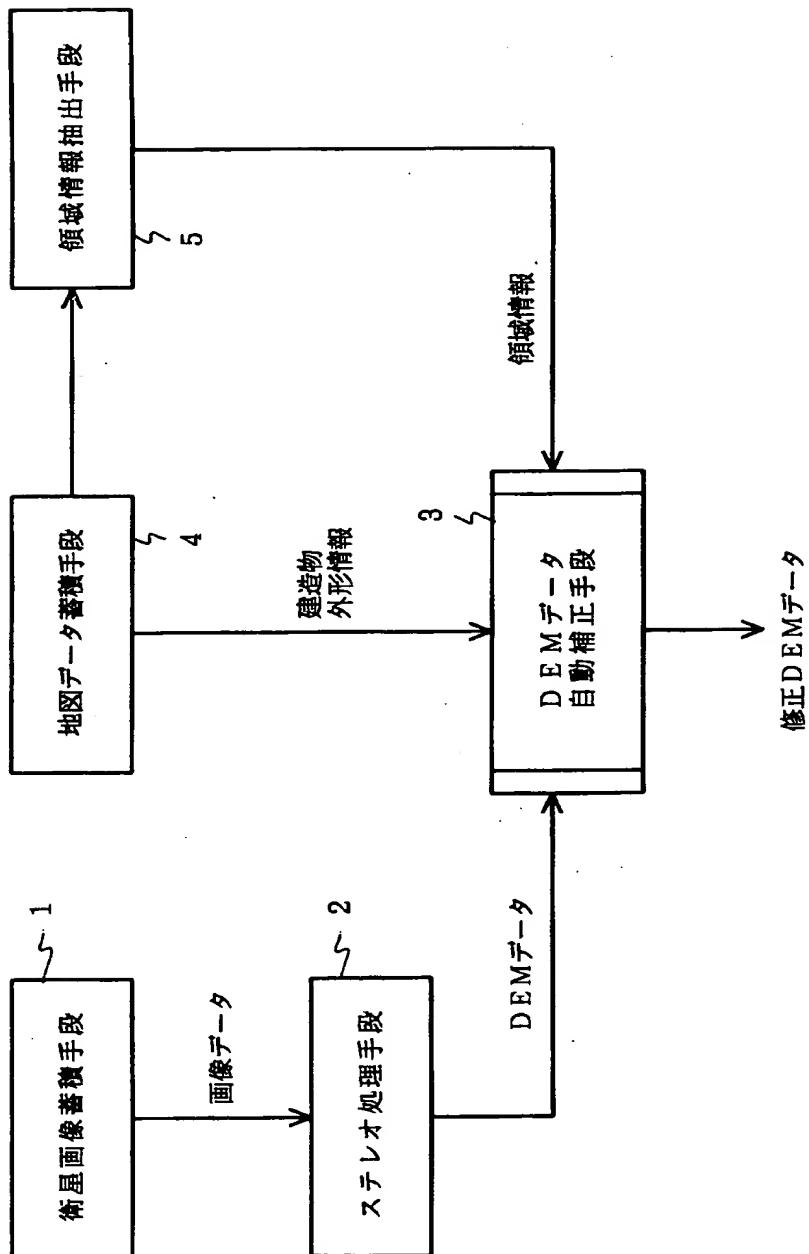


【図 14】

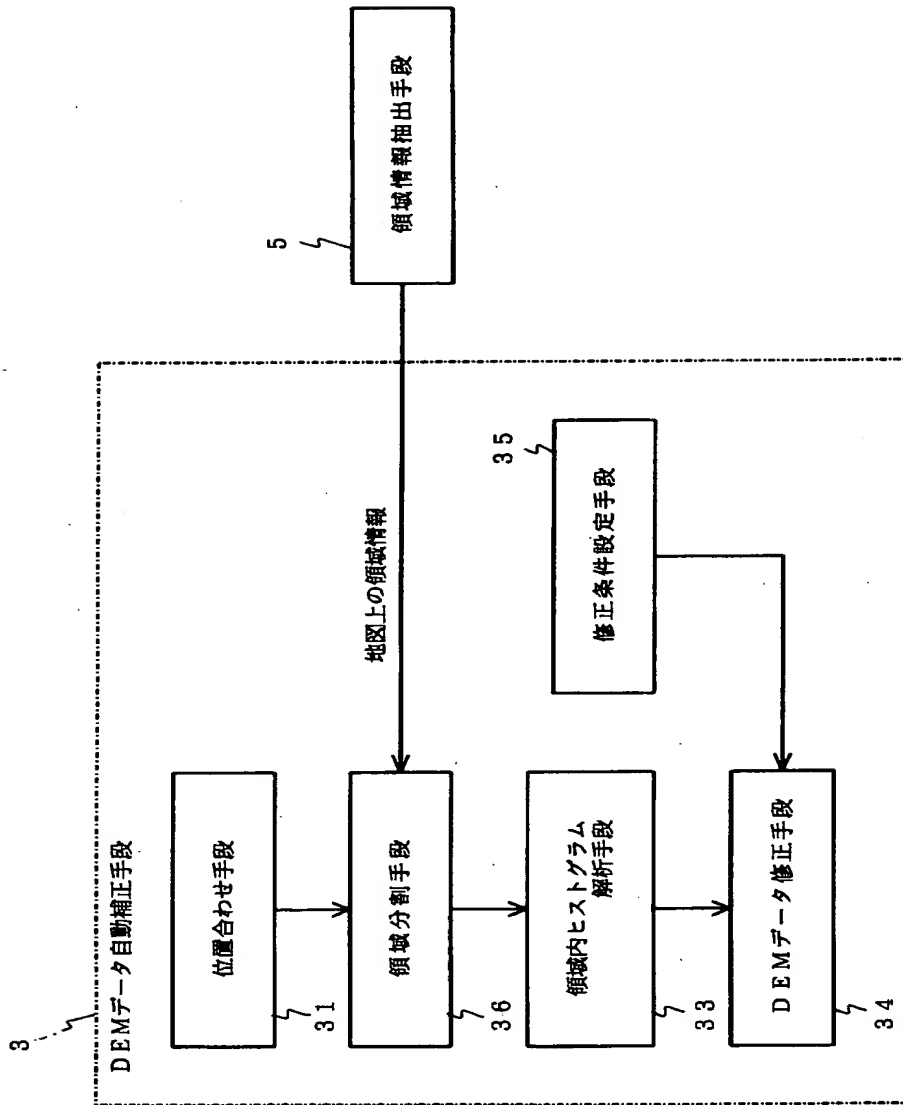
1	1	1	1	1	1	1	A	A	A	A	A	A
1	1	1	1	A	A	A	A	A	A	A	A	A
1	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B
A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B	B
A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B	B	B
A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B	B	B
A	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B	B	B



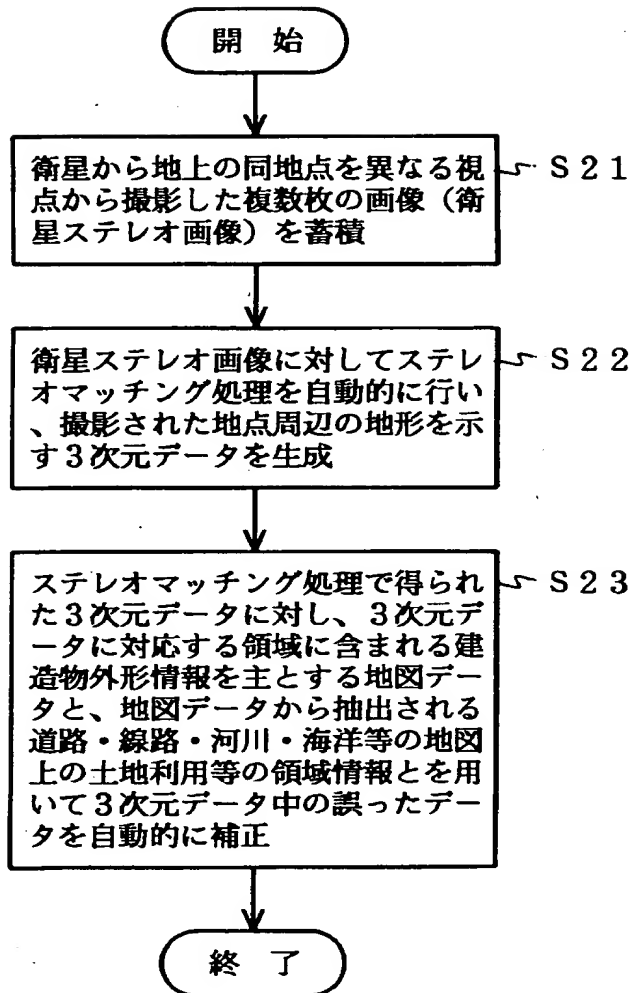
【図16】



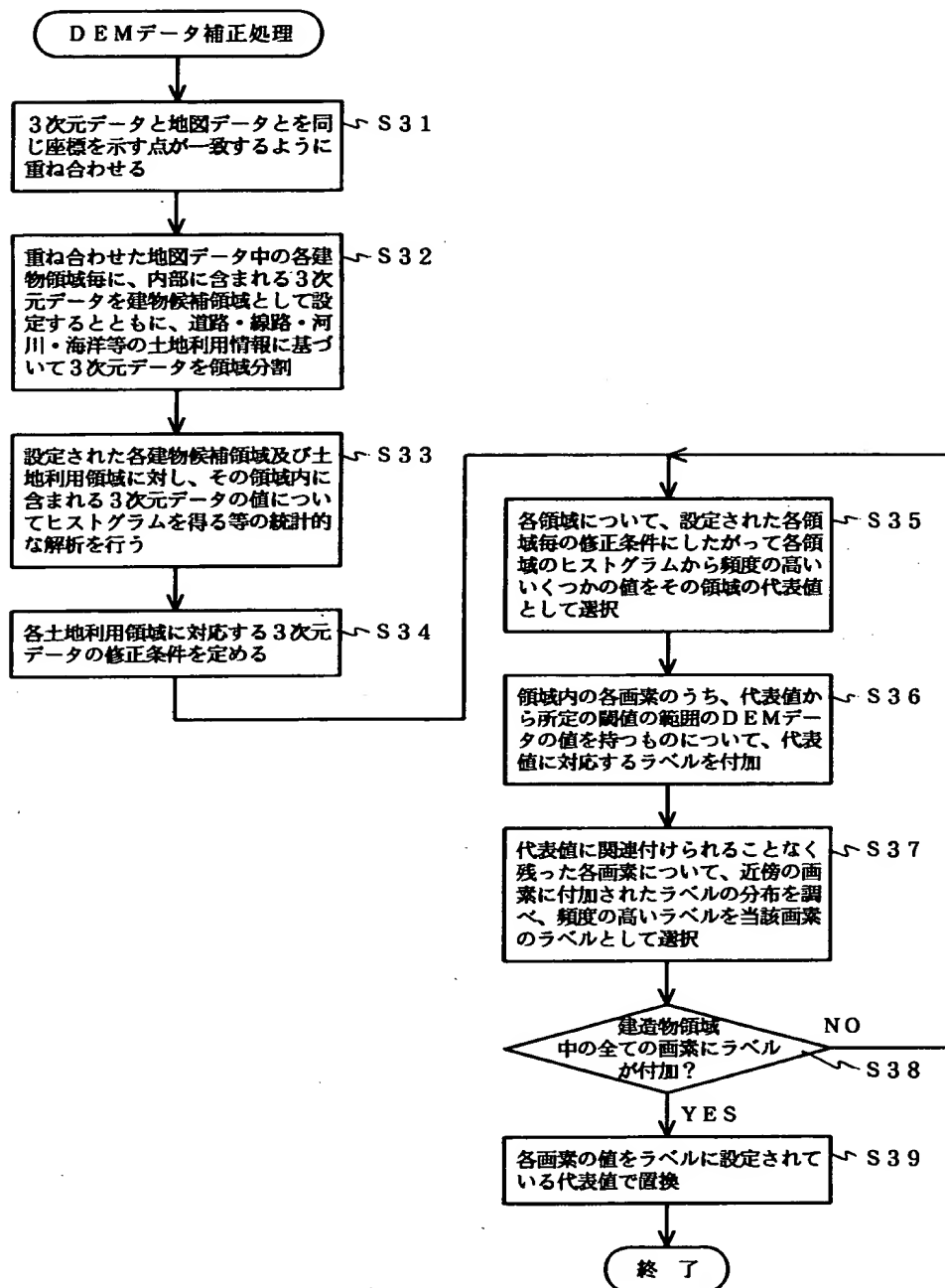
【図 1 7】



【図 1 8】

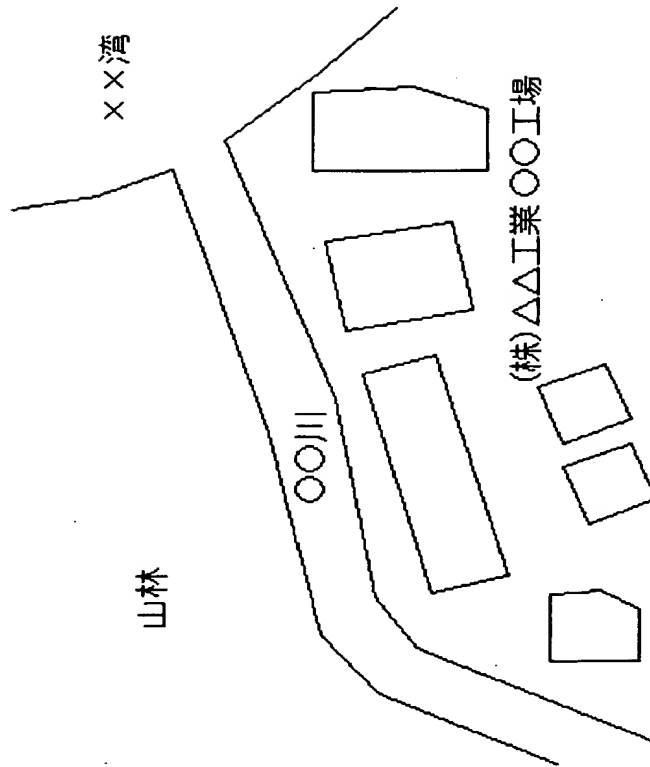


【図 1 9】

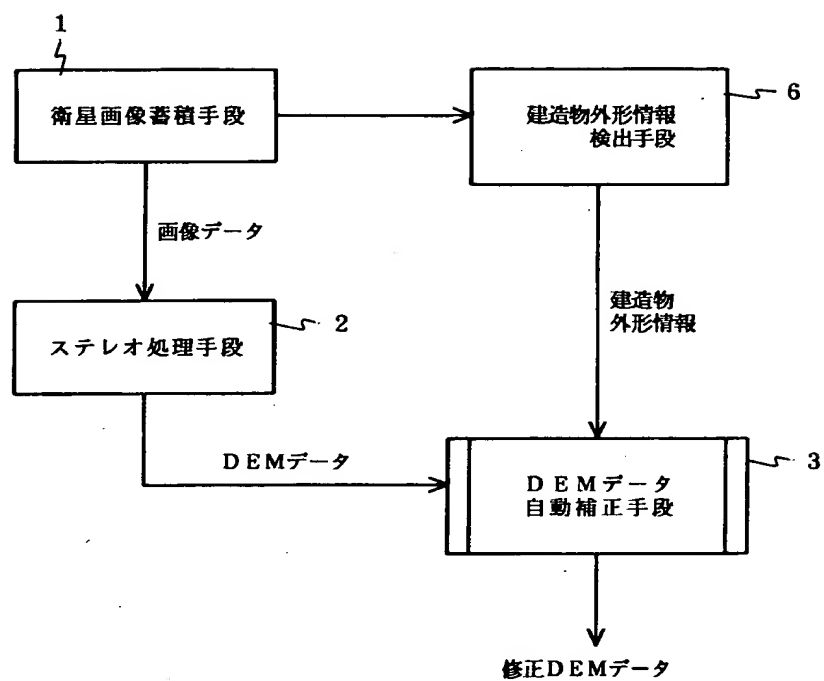




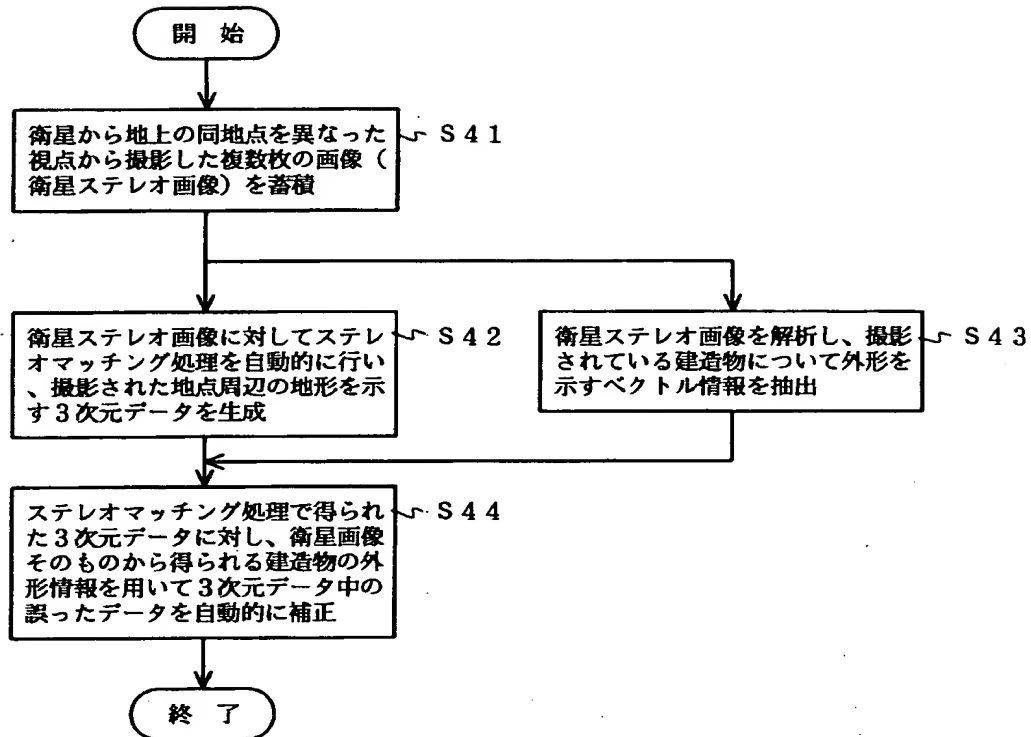
【図20】



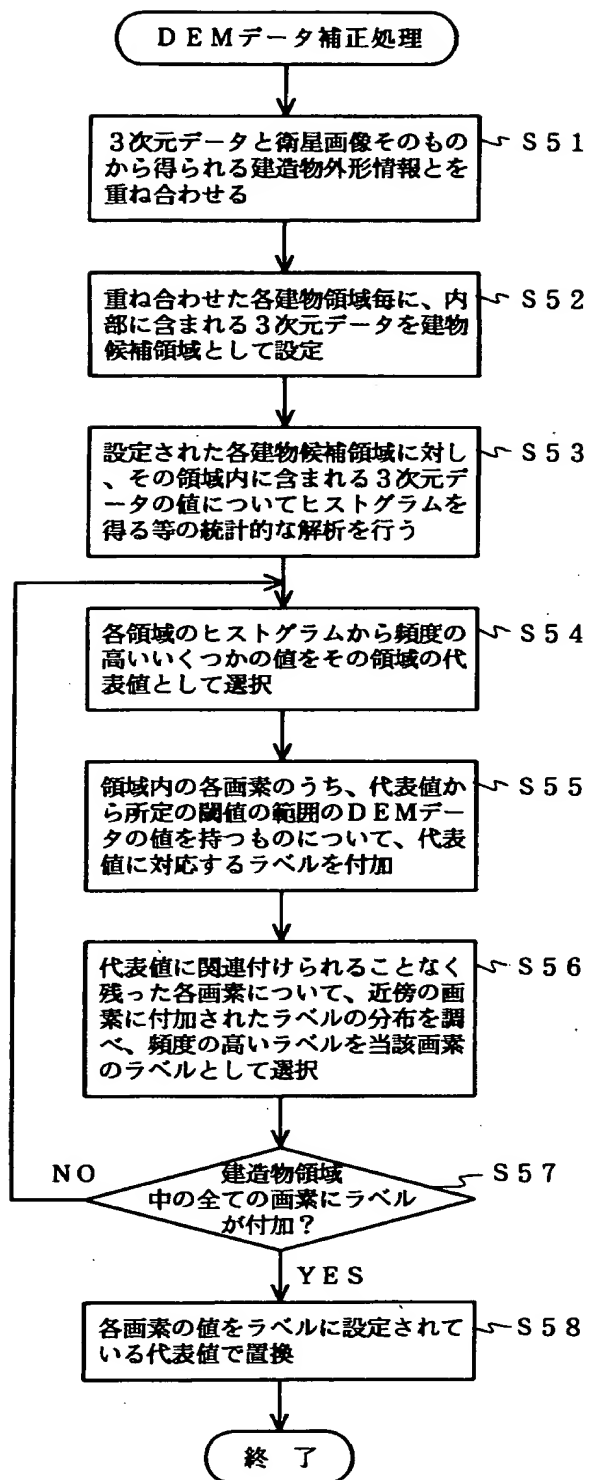
【図 2 1】



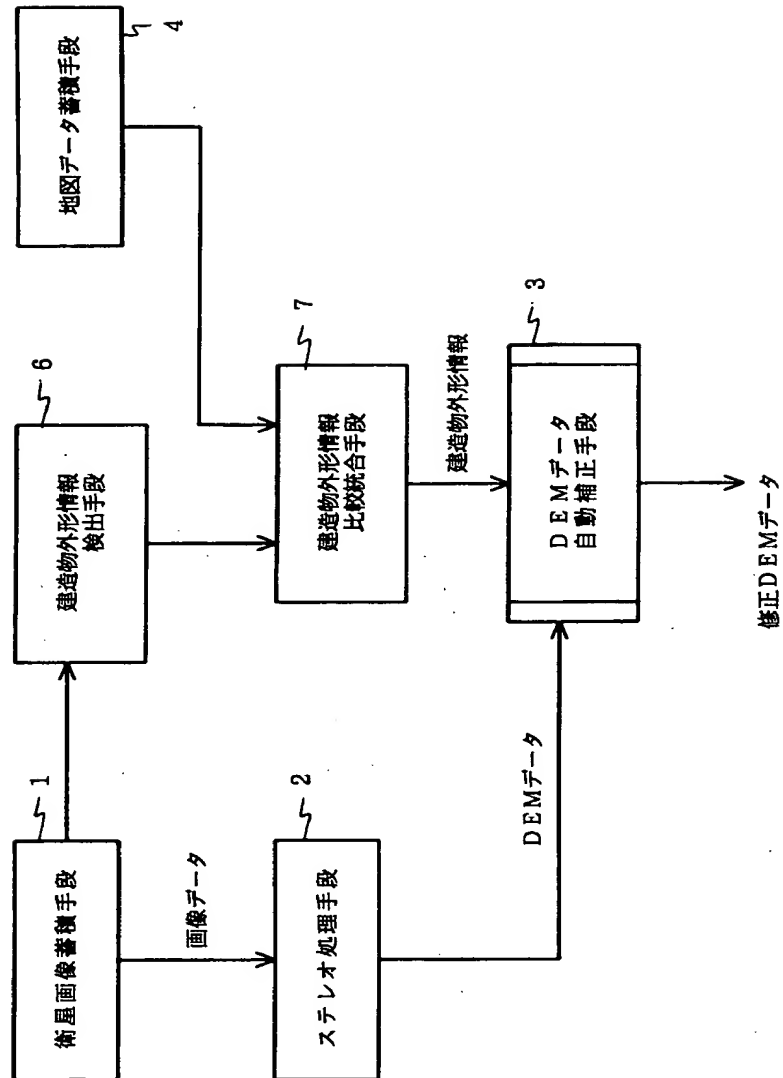
【図 2 2】



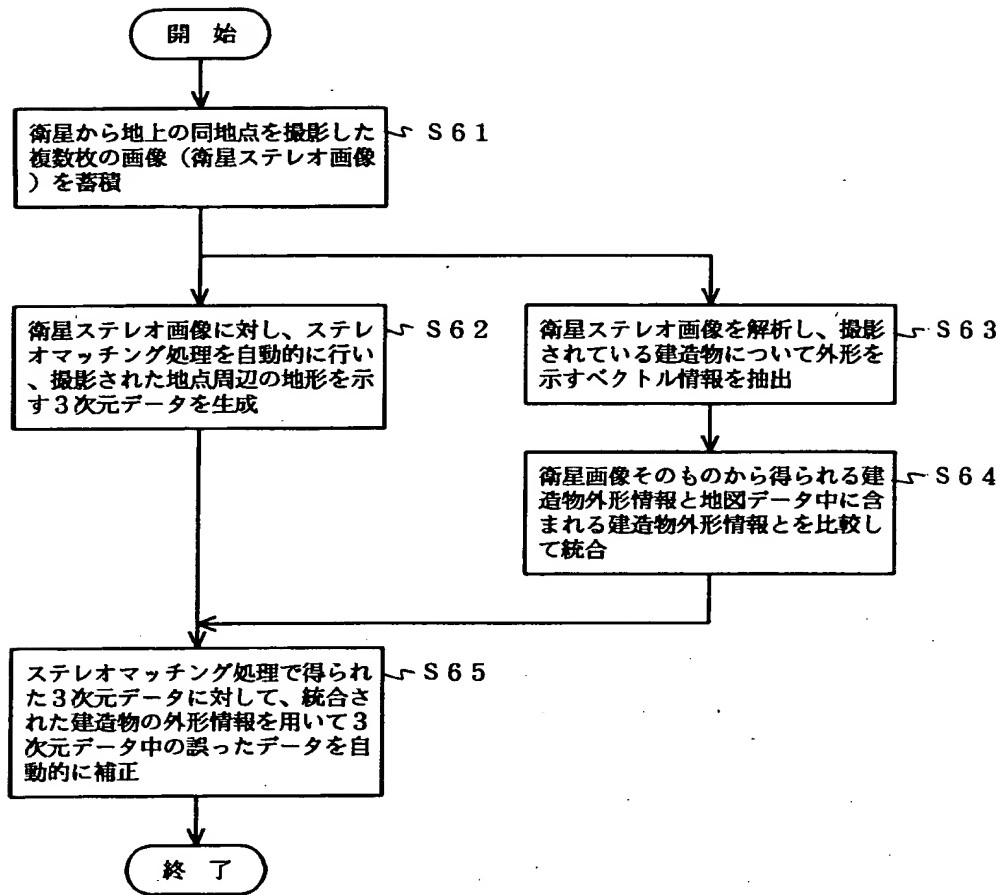
【図 2 3】



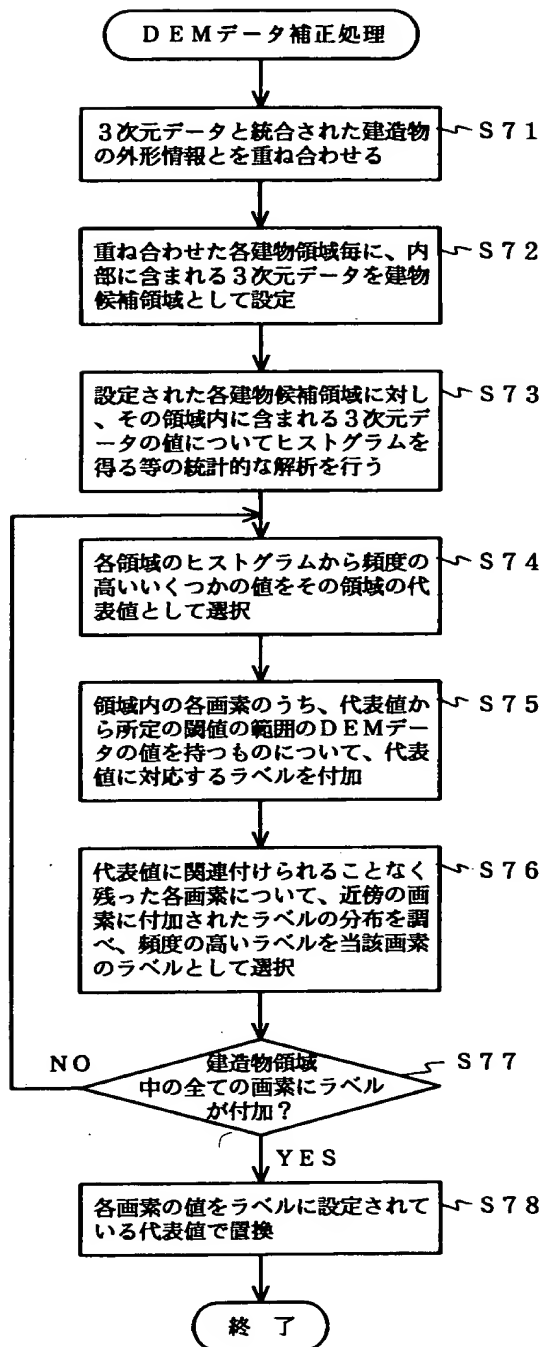
【図 2 4】



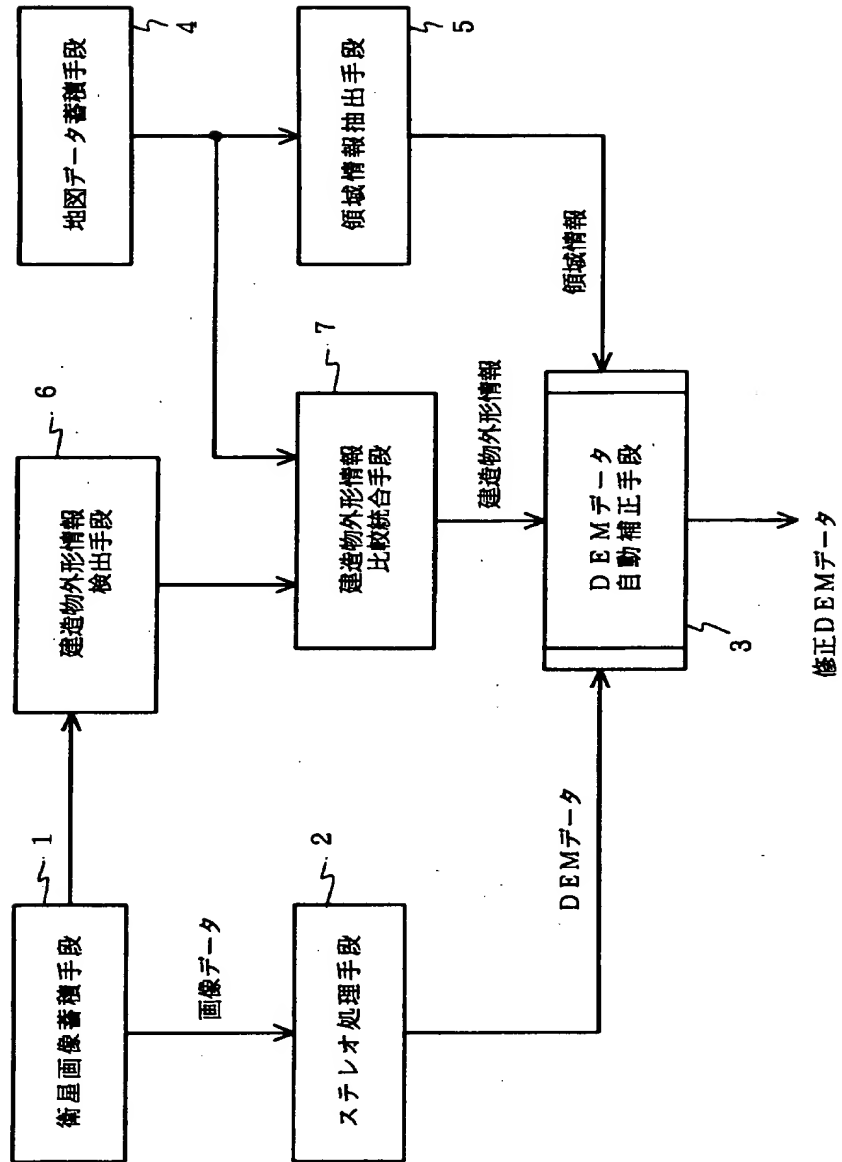
【図 25】



【図 2 6】

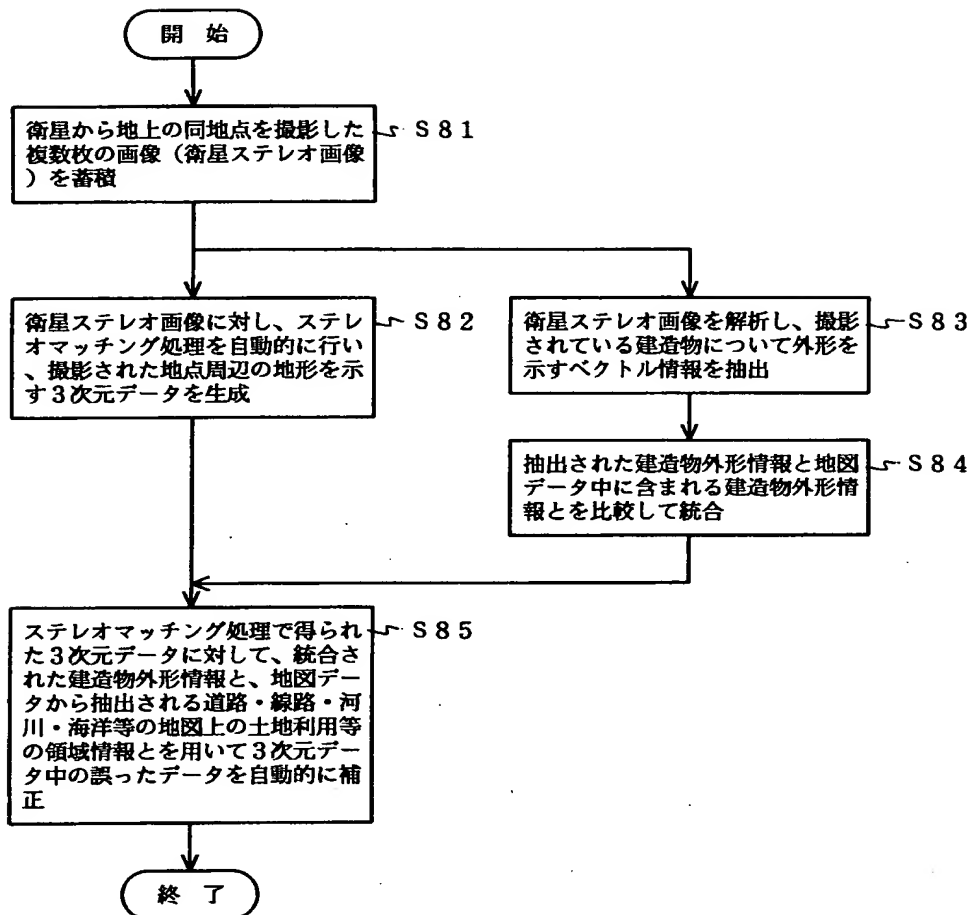


【図 27】

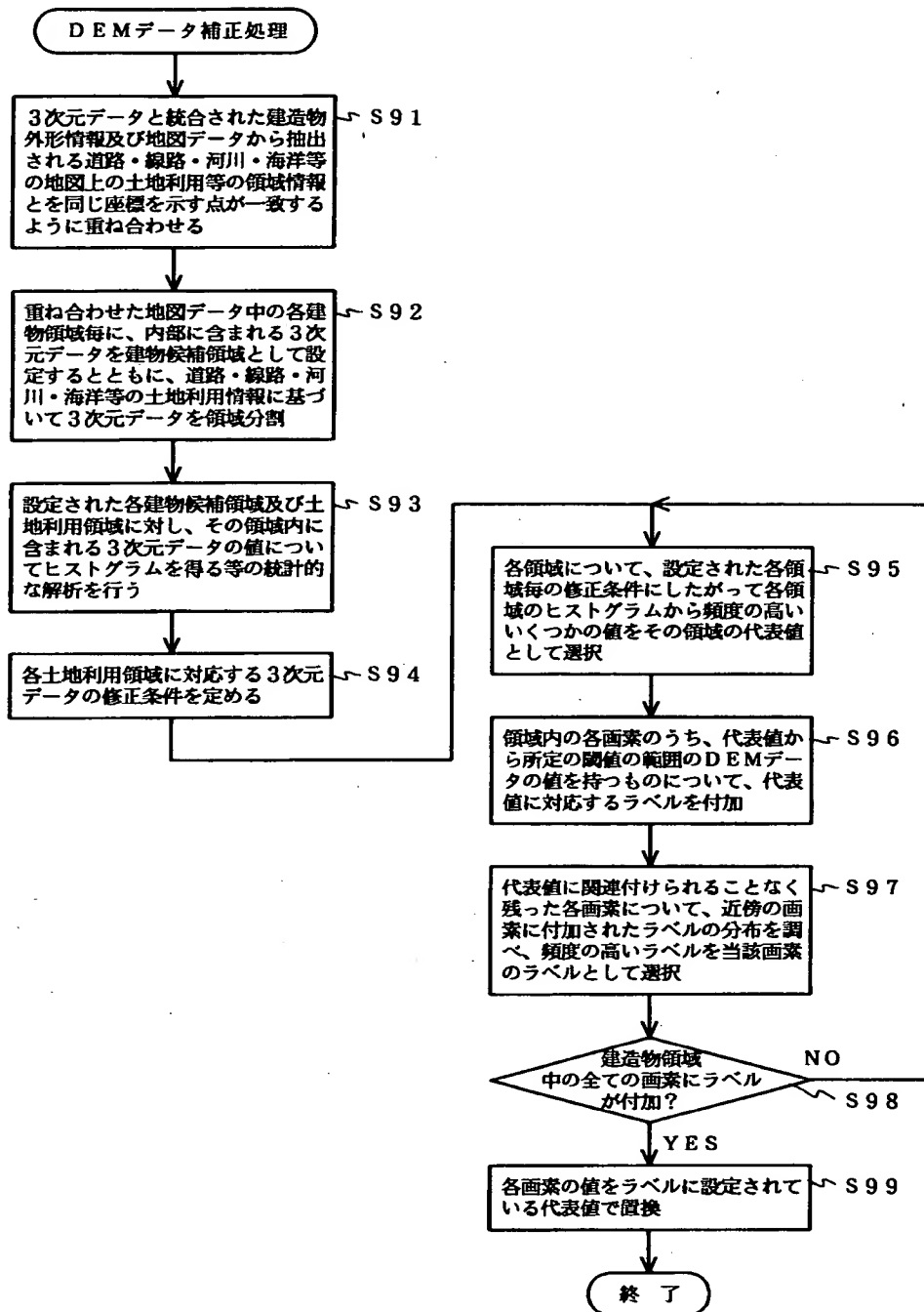




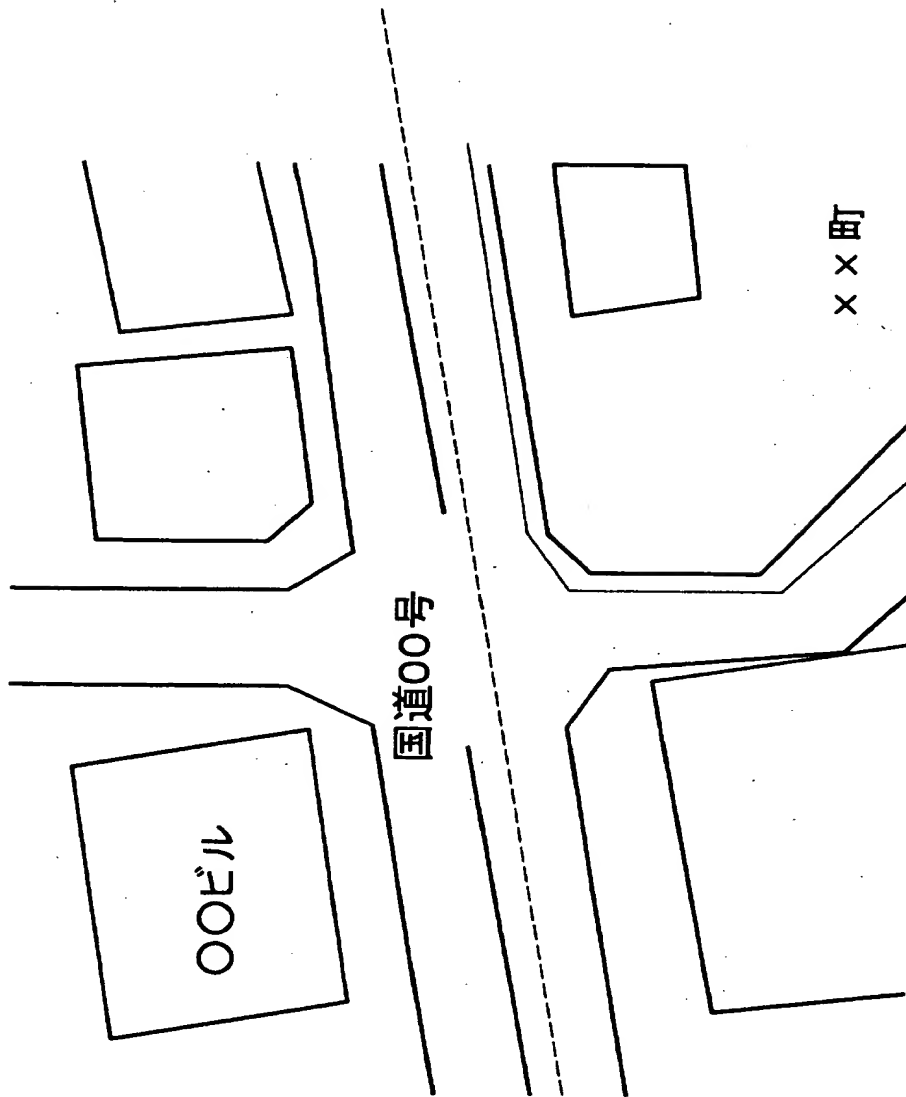
【図 28】



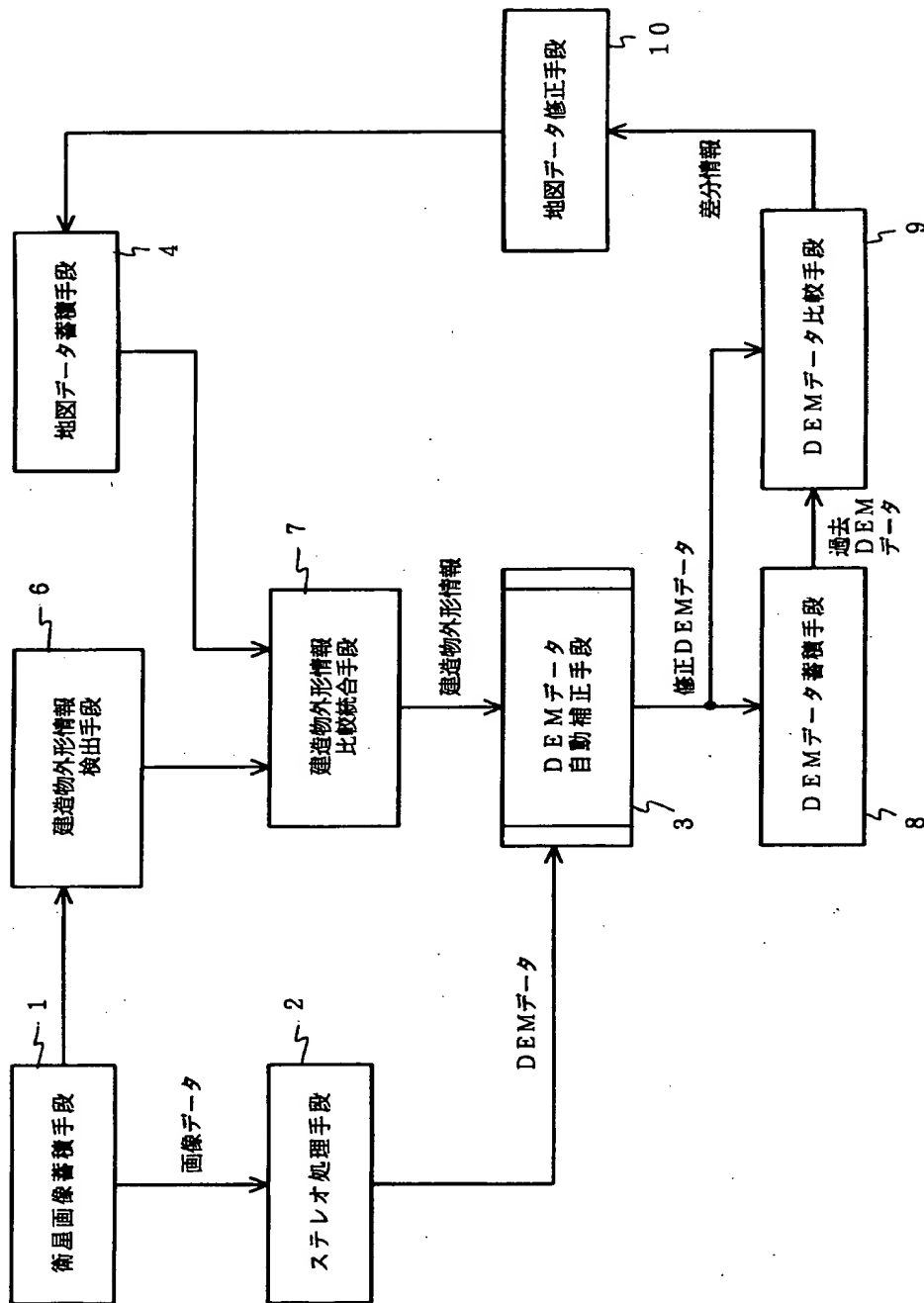
【図 29】



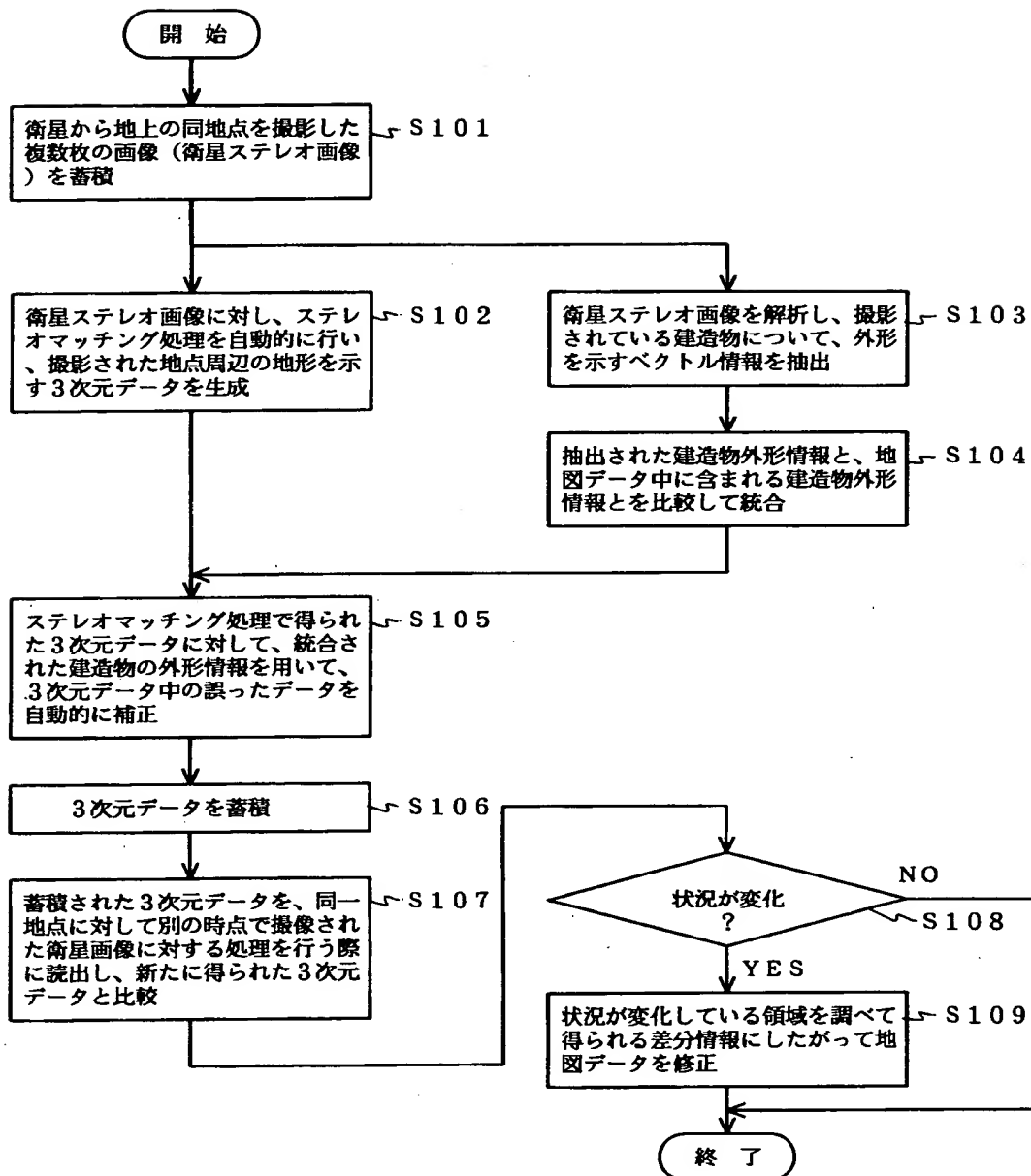
【図30】



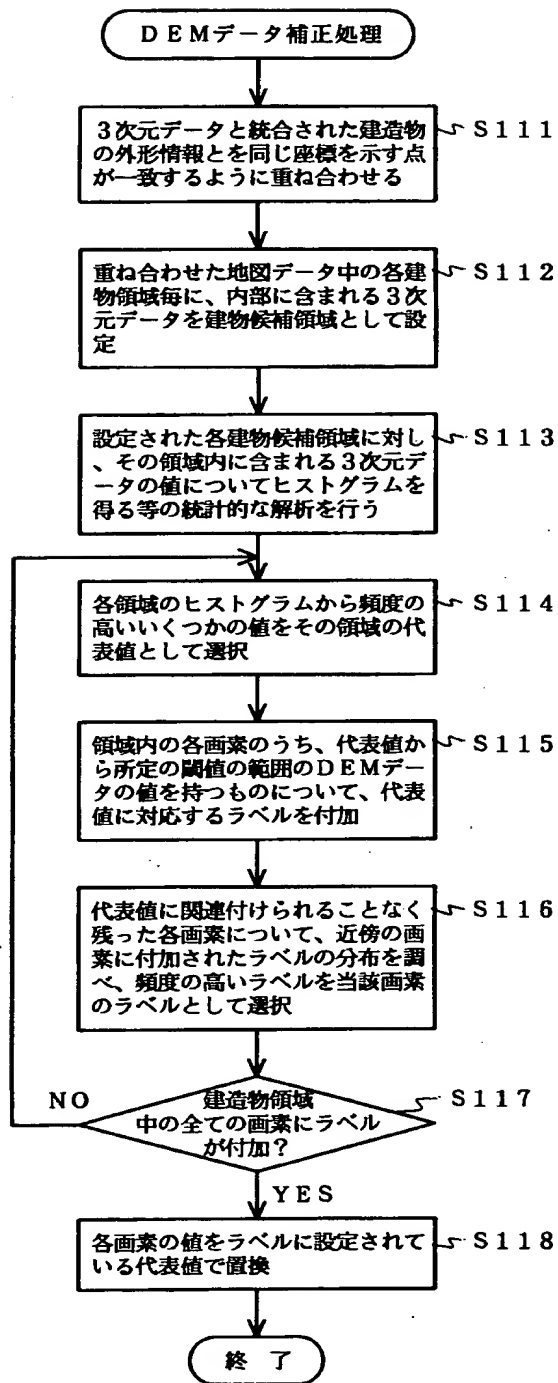
【図 31】



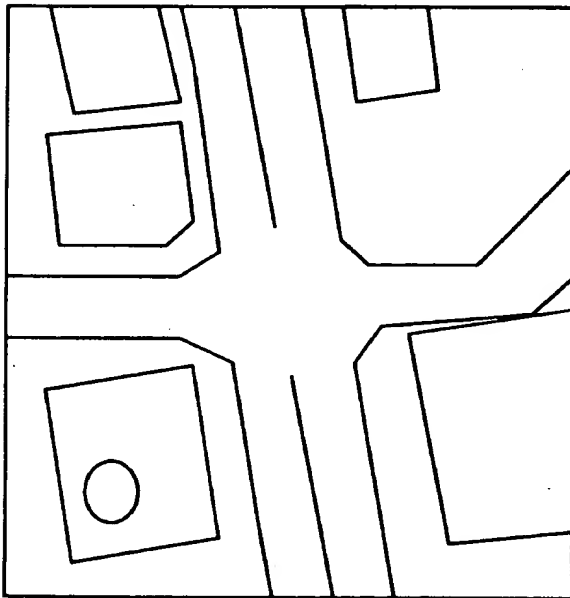
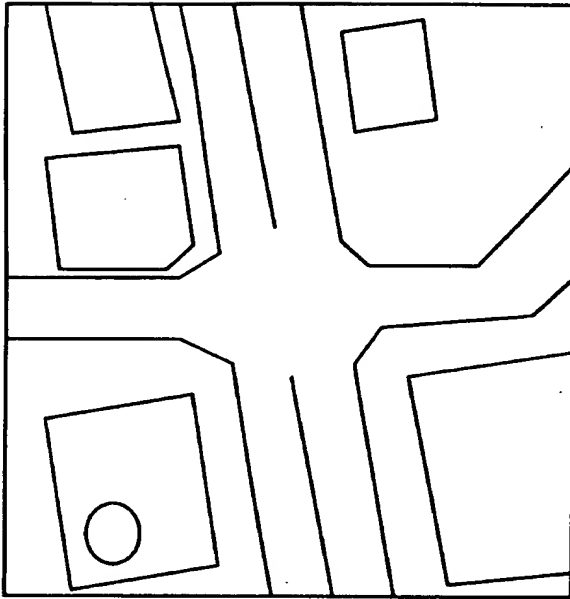
【図 32】



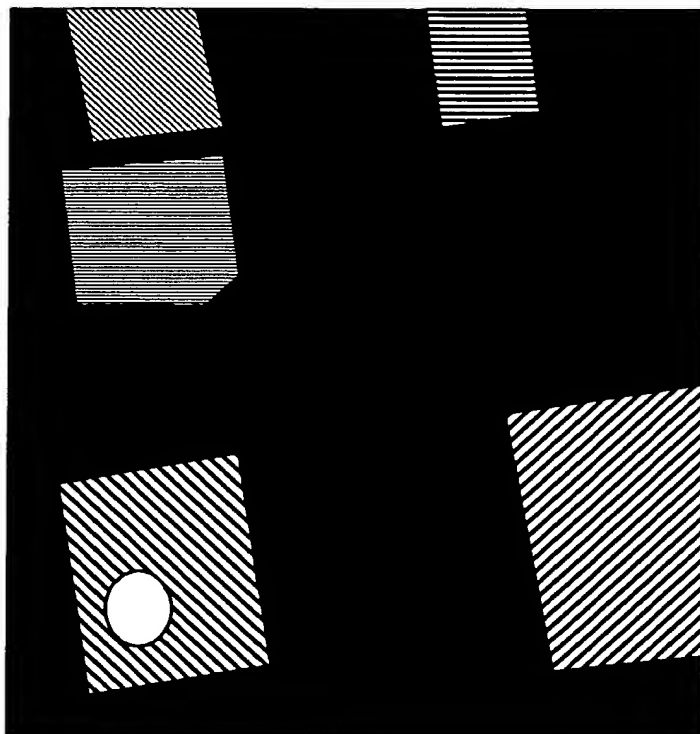
【図 33】



【図 3 4】

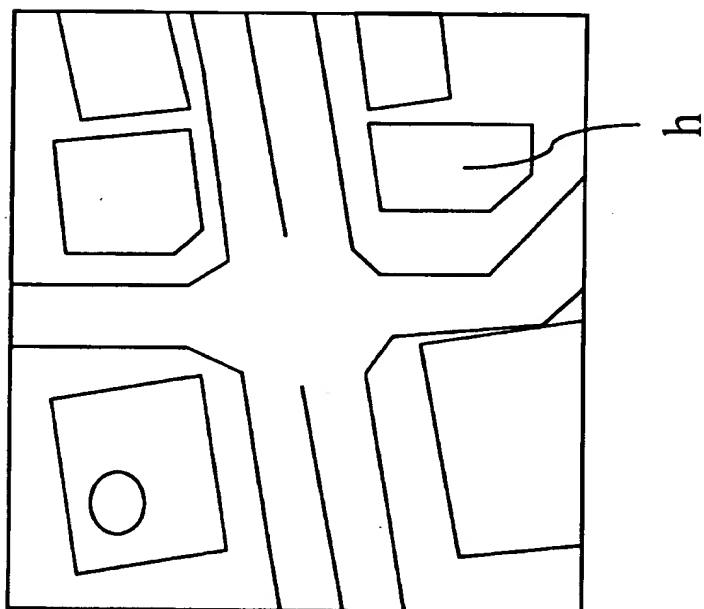
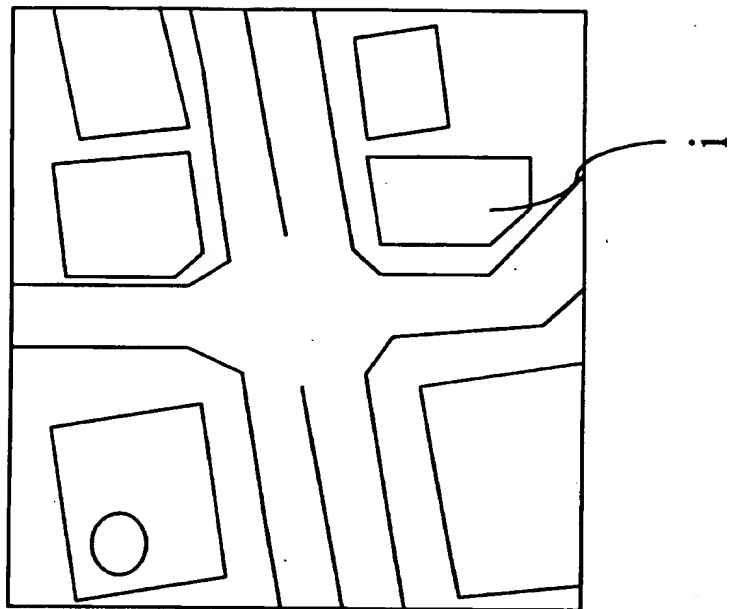


【図 3 5】

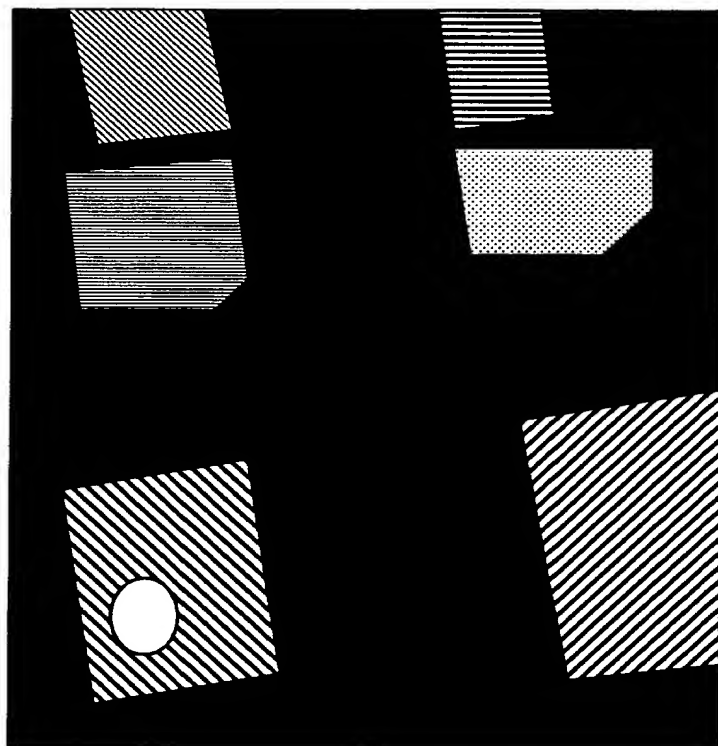




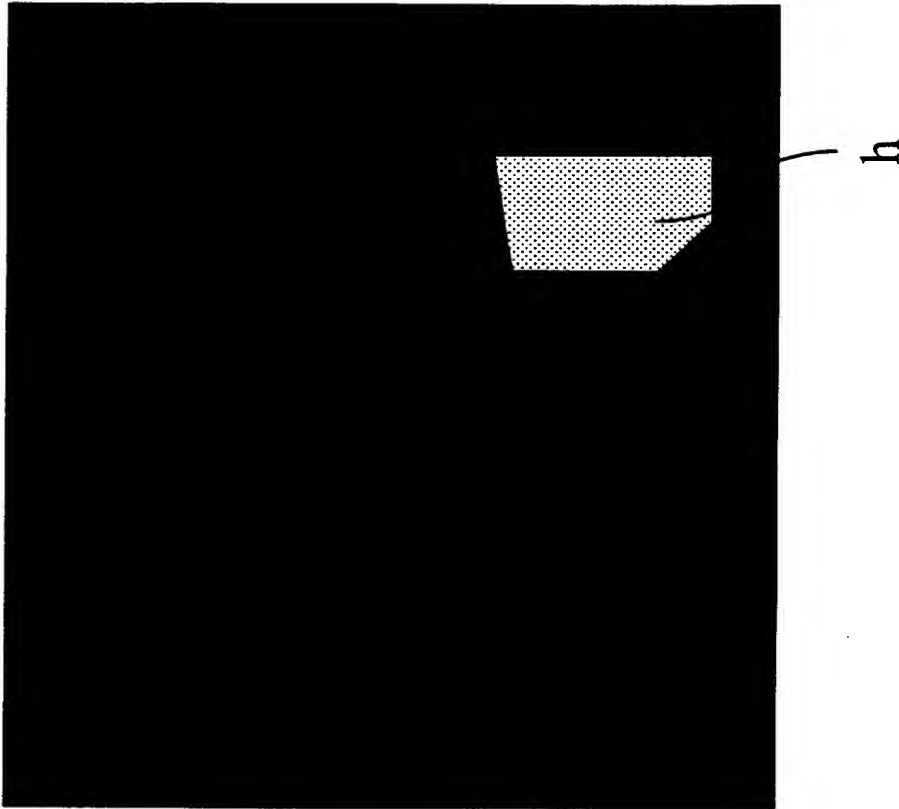
【図 3 6】



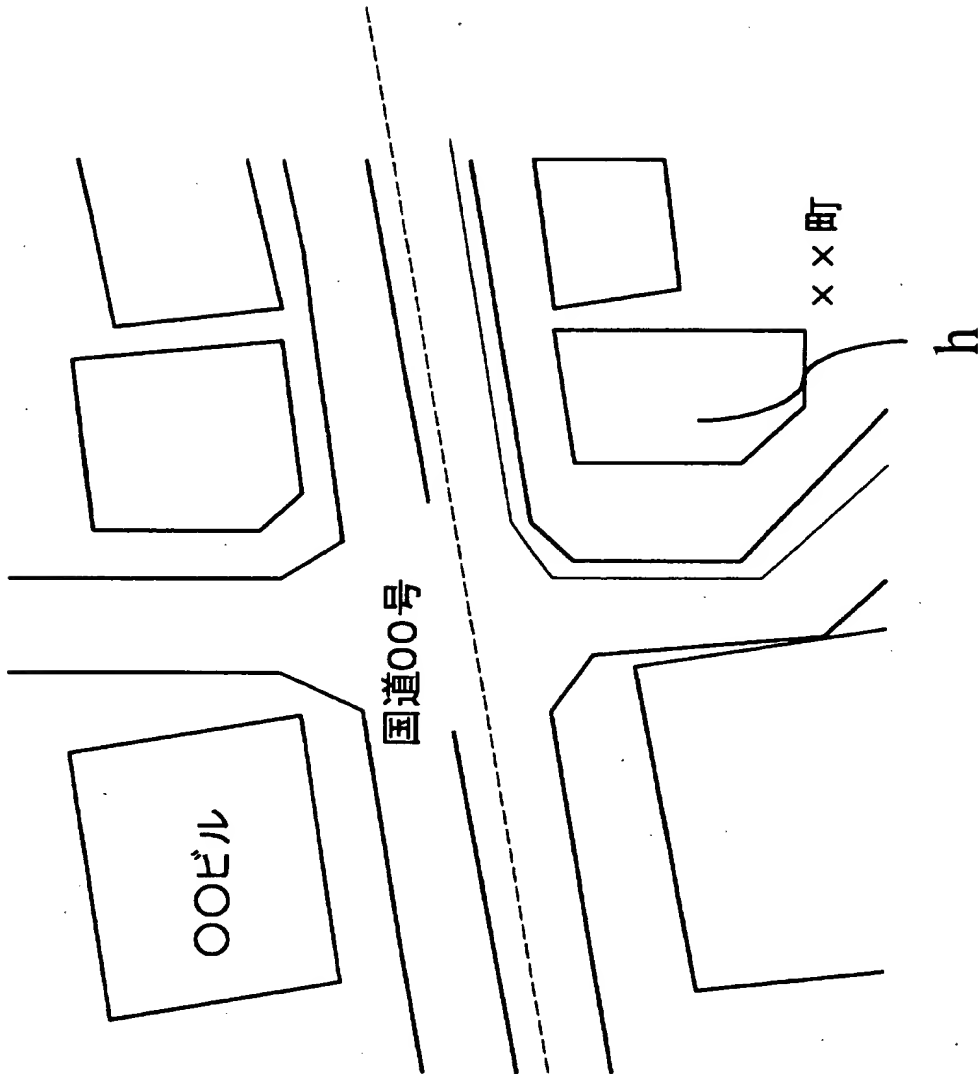
【図 3 7】



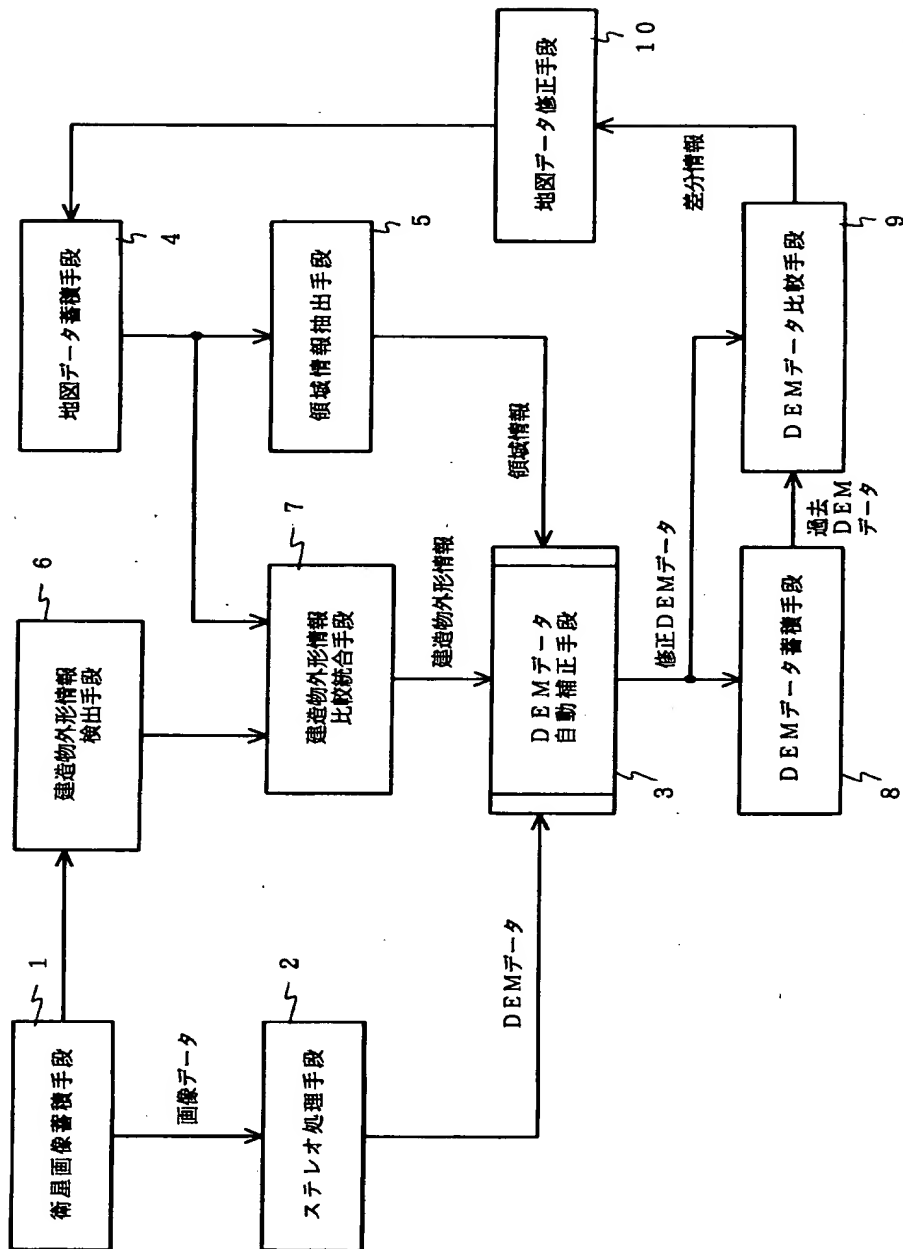
【図 3 8】



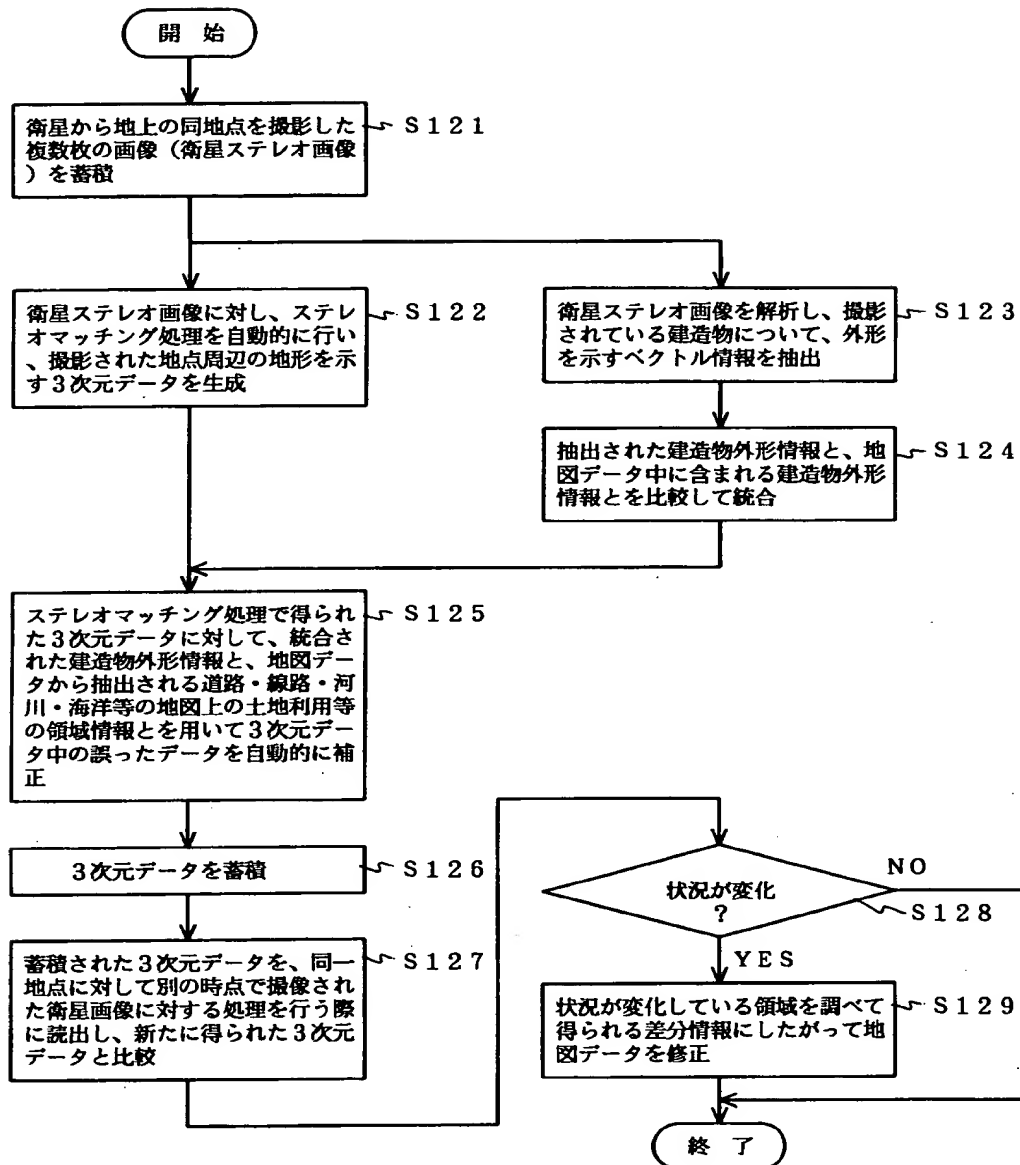
【図39】



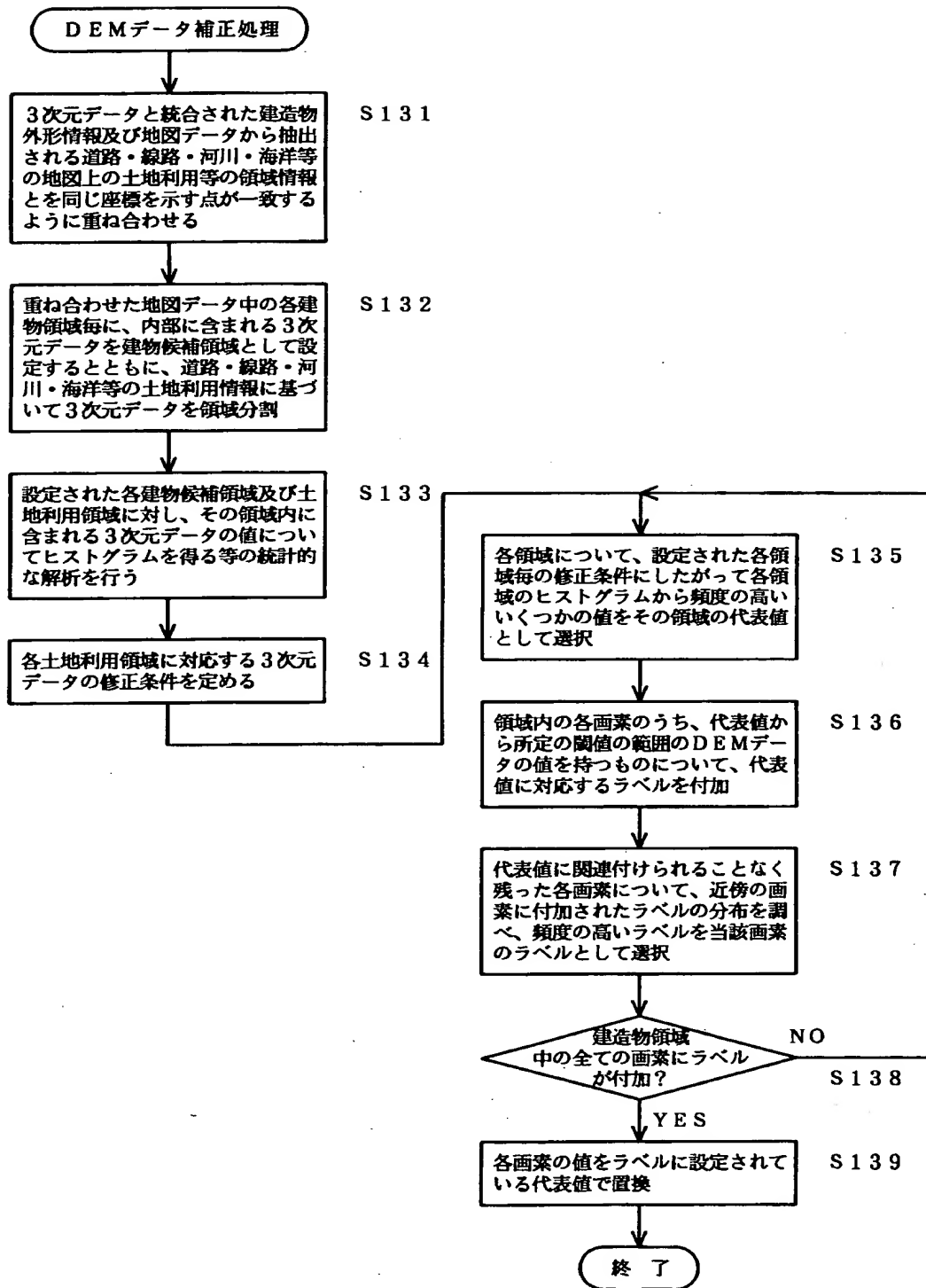
【図 40】



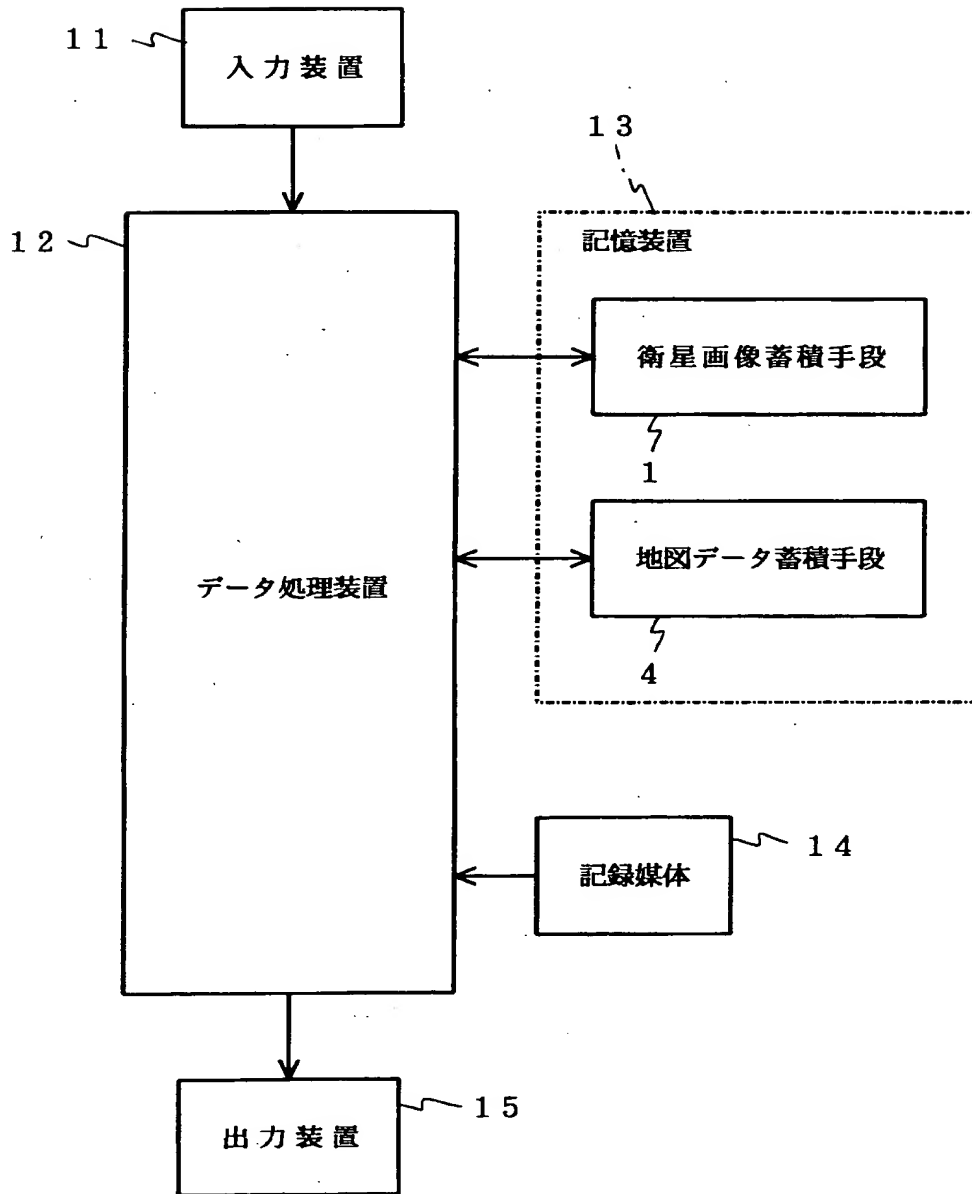
【図 4 1】



【図 4 2】



【図 43】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 衛星ステレオ画像や航空ステレオ画像からオペレータを介さずに自動的にかつ都市部の建造物等の複雑な対象に対しても十分な精度の3次元データが得られるステレオ画像処理装置を提供する。

【解決手段】 衛星画像蓄積手段1は衛星画像データを蓄積する。ステレオ処理手段2は衛星画像蓄積手段1から得られる衛星画像データに対してステレオマッチング処理を行い、3次元データを生成する。DEMデータ自動補正手段3はステレオ処理手段2によって得られた3次元データ中の雑音や欠損等の誤ったデータを、地図データ蓄積手段4の地図データから得られる建造物等の外形情報を用いて自動的に補正する。地図データ蓄積手段4はDEMデータ自動補正手段3に対して建造物の外形等の地図データを提供する。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004237]

1. 変更年月日 1990年 8月29日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都港区芝五丁目7番1号  
氏 名 日本電気株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**